www.radio.ru
3 • 2015

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



• УМЗЧ с большим выходным сопротивлением
• Ламповый УКВ ЧМ-приёмник
• Измеритель ёмкости ионисторов
• Украшаем колесо велосипеда

...и ещё 16 конструкций

ISSN-0033-765X
9 770033 765009 15003

3
2015



Дипломы Мемориала «Победа-70»







В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Ламповый УКВ ЧМ-приёмник в стиле ретро (см. статью на с. 17).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ДРАЙВЕР ДЛЯ ЛАМПОВОГО ВЫХОДНОГО КАСКАДА УМЗЧ
ВОЛЬТМЕТР СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ
АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО
ТЕРМОМЕТР С МАТРИЧНЫМИ ИНДИКАТОРАМИ

Тираж журнала «Радио» № 2 сдан для рассылки подписчикам 04.02.2015 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 17.02.2015 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 15-02-00173.

Цифровая электроэнергетика

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Кстати, благородные доны, чей это вертолёт позади избы?".
(Братья Стругацкие. "Трудно быть богом").

Мы привыкли говорить о цифровизации применительно к системам связи, но с развитием информационных технологий этот процесс охватил и многие другие отрасли. Первая индустриальная революция произошла, когда в конце XVIII века ручной труд начали широко заменять машинами. Вторая революция произошла в начале XX века, когда Генри Форд придумал конвейер. В настоящее время мир переживает третью революцию, связанную с цифровизацией, и любое производство будет со временем управляться компьютерными программами, которые могут размещаться где-нибудь в "облаках". Хотя и с опозданием, этот процесс добрался и до электроэнергетики. Когда-то это должно было случиться.

Текущие проблемы электроэнергетики хорошо известны и в чём-то близки проблемам, с которыми в своё время пришлось столкнуться и в ИКТ-отрасли. К ним относится моральное и физическое старение всего парка работающего оборудования (более 50 % активов сетей единой национальной энергетической сети имеют сверхнормативный срок эксплуатации — более 25 лет, а износ российских электроэнергетических систем по разным данным составляет от 50 до 70 %), преобладание импортных поставок систем управления и автоматизации предыдущего поколения (80 % инвестиций идёт в развитие зарубежных технологий и поставку устаревших решений) и сокращение национальной инвестиционной программы.

Энергетической отрасли жизненно необходима модернизация на базе интеллектуальных систем с целью повышения эффективности и снижения капитальных и операционных затрат. К тому же на трансформаторах, линиях электропередачи и сооружениях много не сэкономишь — согласно законам физики передаваемые мощности требуют соответствующего "железа". Поскольку эксперименты Н. Тесла столетней давности по беспроводной передаче электроэнергии с помощью башни Wondercliff так и не были завершены (хотя интерес к ним в последнее время вновь появился), столь эффектная в области связи "беспроводка" у электроэнергетиков пока не получается.

Немного об электроэнергетике

Электроэнергетические сети в чём-то похожи на сети связи — они имеют магистральные и распределительные участки с различными рабочими напряжениями и структурой "звезда" или "кольцо". В качестве сетевых узлов выступают подстанции, в которых происходит преобразование напряжения передаваемой электроэнергии. Важнейшая особенность любой электроэнергетической системы заключается в том, что производство электроэнергии, её распределение и преобразование в другие виды энергии осуществляются практически в один и тот же момент времени. Другими словами, сегодня электроэнергия практически нигде не аккумулируется (проекты создания сетевых накопителей электроэнергии находятся в разработке), и вся система работает в режиме on-line. Все элементы системы взаимно связаны и взаимодействуют, а энергия, произведённая в системе, всегда равна энергии, в ней же потреблённой. Здесь можно заметить, что в отличие от ИКТ-отрасли, которая прошла огромный путь, чтобы в отличие от почтовой связи иметь возможность иметь всю передаваемую информацию в режиме on-line, электроэнергетика изначально работала в данном режиме, и мечты её специалистов направлены на то, чтобы научить свои сети работать в режиме off-line.

Ещё одна особенность тесно связана с гигантской совокупностью разнообразнейших потребителей в единой сети,

что резко повышает актуальность обеспечения надёжности работы энергосистемы и требует создания в энергетических системах достаточного резерва мощности во всех её элементах.

Относительная быстрота протекания переходных процессов, связанных с короткими замыканиями, включениями и отключениями, качаниями, нарушениями устойчивости, требует обязательного применения специальных автоматических устройств. Подобные устройства, часто весьма быстродействующие, должны обеспечить надлежащую корректировку переходных процессов в системе. Правильный выбор и настройка всех этих автоматических устройств, к которым относятся аппараты защиты от перенапряжений, установки релейной защиты, автоматические регуляторы, автоматические выключатели и т. п., немыслимы без учёта работы всей системы как единого целого. Всё это способствует широчайшему внедрению автоматики в энергетических системах и полной автоматизации отдельных электростанций и подстанций. И от этой автоматики (помимо систем связи, разумеется) зависит сегодня благосостояние каждого развитого государства.

Управление

Указанные выше задачи решаются созданием автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП). В её рамках собирается первичная информация по всем параметрам технологических процессов, решаются задачи метрологического обеспечения, выполняются процедуры прямого регулирования и дистанционного управления оборудованием. Данная система является источником информации для верхних уровней управленческой структуры (диспетчерский пункт, центр управления) и во многом определяет эффективность управления всей энергетической системой.

В целом АСУ ТП подстанции интегрирует в себе подсистему релейно-защитной автоматики (РЗА), противоаварийной автоматики (ПА), автоматизированную информационно-измерительную систему коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ), регистраторы аварийных событий (РАС), систему мониторинга и диагностики силового оборудования, систему определения места повреждения (ОМП) кабеля, системы сбора и передачи оперативной и неоперативной технологической информации, системы контроля качества электроэнергии, инженерных и вспомогательных систем и др.

Технологии, до сих пор массово применяемые для мониторинга и управления в электроэнергетике, находятся на уровне развития телефонной связи 30-х годов прошлого века: аналоговые каналы с медными проводами от каждого из множества датчиков до целой армии реле и индикаторов. Кроме того, всё это материало- и энергоёмко, что снижает надёжность, затратно и негибко при проектировании, неэффективно при масштабировании и модернизации и, кроме того, требует много персонала при эксплуатации. Остаётся добавить, что электроэнергетика, основанная на устаревших принципах мониторинга и управления, сама по себе может представлять угрозу для государства.

Цифровые идеи

В отличие от ИКТ, в электроэнергетике процесс цифровизации находится в начальной стадии. Несмотря на то что тенденция перехода на цифровые технологии в системах сбора и обработки информации, управления и автоматизации подстанций наметилась ещё более 15 лет назад, первая в мире цифровая подстанция была запущена лишь в 2006 г. Тем не менее сегодня практически все ведущие компании-производители электроэнергетической отрасли активно работают в данном направлении, учитывая положительный опыт ИКТ-отрасли. Тем более, что телекоммуникации являются основой систем мониторинга и управления в любой другой отрасли экономики. К тому же цифровизация, окончательно победившая в начале XXI веке в ИКТ, подняла на новую высоту не только отрасль связи, но все отрасли, которые сумели этим воспользоваться.

Инновационное развитие электроэнергетики сегодня характеризуется объединением электросетевой и информационной инфраструктур в узлах сети — цифровых подстанциях. Цифровая подстанция (ЦПС) — элемент активно-адаптивной (интеллектуальной) электросети с системой контроля, защиты и управления, основанной на передаче информации в цифровом формате. Технология ЦПС позволяет удешевить строительство подстанций, уменьшить их габариты, повысить надёжность и в конечном счёте повысить качество энергоснабжения потребителя, не увеличивая стоимость. Это в свою очередь, даёт повышение помехоустойчивости, сокращение количества оборудования, цепей вторичной коммутации и экономию площадей. ЦПС можно быстрее строить и проще выработать типовые проекты для тиражирования. В настоящее время на планете насчитывается уже более 100 ЦПС в Китае, США, Канаде и других странах.

С появлением первых микропроцессорных релейных устройств защиты информация от них стала также интегрироваться и в системы АСУ ТП. Постепенно количество устройств с цифровыми интерфейсами увеличивалось (противоаварийная автоматика, системы мониторинга силового оборудования, системы мониторинга щита постоянного тока и собственных нужд и т. д.). Вся эта информация от устройств нижнего уровня интегрировалась в АСУ ТП по цифровым интерфейсам. Однако, несмотря на повсеместное использование цифровых технологий для построения систем автоматизации, подобные подстанции не являются в полной мере цифровыми, так как вся исходная информация, включая состояния блок-контактов, напряжения и токи, передаётся в виде аналоговых сигналов от распределительного устройства в оперативный пункт управления, где оцифровывается отдельно каждым устройством нижнего уровня (всё это даже увеличивает стоимость подстанции, так как требует установки большого числа АЦП). Например, одно и то же напряжение параллельно подаётся на все устройства нижнего уровня, которые преобразовывают его в цифровой вид и передают в АСУ ТП. На традиционных подстанциях различные подсистемы используют различные коммуникационные стандарты (протоколы) и информационные модели. Для функций защиты, измерения, учёта, контроля качества выполняются индивидуальные системы измерений и информационного взаимодействия, что значительно увеличивает как сложность реализации системы автоматизации на подстанции, так и её стоимость. Ну а если учесть, что исторически информация от всей автоматики шла по отдельным медным кабелям, и таких подстанций было построено многие тысячи, то можно представить себе объём, извините за выражение, "аналогового железа".

Переход к качественно новым системам автоматизации и управления оказался возможен при появлении новых стандартов и технологий ЦПС, к которым, прежде всего, относится специально разработанный стандарт МЭК 61850. В отличие от других, он регламентирует не только вопросы передачи информации между отдельными устройствами, но и вопросы формализации описания схем — подстанций, защиты, автоматики и измерений, конфигурации устройств. В указанном стандарте предусматриваются возможности использования новых цифровых измерительных устройств (в том числе с цифровым оптическим выходом) вместо традиционных аналоговых измерителей (трансформаторов тока и напряжения). К примеру, цифровые измерительные трансформаторы передают мгновенные значения напряжения и токов по протоколу МЭК 61850-9-2 устройствам уровня присоединения. В итоге ИТ позволяют перейти к автоматизированному проектированию ЦПС, управляемых цифровыми интегрированными системами, и здесь будут аналогии с системами управления из ИКТ-отрасли.

Все информационные связи на ЦПС являются цифровыми и образуют единую шину процесса. Это открывает возможности быстрого и прямого обмена информацией между устройствами, что в конечном итоге позволяет отказаться от массы медных кабельных связей, отдельных устройств, а также более компактного их расположения. Итак, главная особенность ЦПС состоит в том, что все её вторичные цепи — это цифровые каналы передачи данных, образующие единую информационную сеть (сеть передачи данных).

Таким образом, основой ЦПС является единая телекоммуникационная инфраструктура, выполненная на базе современных технологий. Основная идея, заложенная в идеологию ЦПС, — осуществлять мониторинг всех процессов как можно ближе к источникам информации, передавать полученные данные во все подсистемы посредством волоконно-оптических линий связи и виртуализировать большинство функ-

ций, выполняемых на подстанции. Таким образом, все измерительные устройства становятся источниками информации, а все встроенные интеллектуальные электронные устройства — её потребителями.

В свою очередь, устройства автоматизации превращаются просто в компьютеры со специализированным ПО, а система защиты и управления ЦПС — в набор логических программных модулей с различным функционалом и новым уровнем защищённости. В результате виртуализированная ЦПС размещается на сервере и собирается из программных модулей РЗА, ПА, РАС, АСКУЭ и пр. как большой бутерброд или как матрёшка. Процесс проектирования также переходит и в область компьютерных программ. В общем, итогом всей этой деятельности является замена разнофункциональных аналоговых систем сервером со специализированным ПО, включающем в себя профильные программные модули. С целью повышения надёжности сервер изготавливается в защищённом исполнении и дублируется для "горячего резерва". Таким образом, считается, что ЦПС позволяет повысить уровень безопасности электроэнергетических объектов, получить существенное снижение металлоёмкости, уменьшить число элементов в системах управления и мониторинга с одновременным повышением эффективности их работы, повысить уровень надёжности и наблюдаемости, а также минимизировать затраты на инжиниринг и наладку.

Что дальше? Дальше будет логичным переход от рынка аппаратных платформ к рынку ПО и к "облачным" решениям. Правда, они должны обладать соответствующей защитой и от "дурака" и от "отнюдь не дурака", поскольку возможные последствия отсутствия такой защиты для единой энергетической системы страны нетрудно себе представить. То есть внедрение ЦПС может представлять своего рода угрозу для государства, но каков век, таковы и угрозы. Можно, к примеру, подключить всю систему управления энергосетями страны к Интернету, а потом героически бороться с угрозами. Вот, к примеру, военные во всём мире уже давно поняли, что подключать всё подряд к Интернету совсем не обязательно.

В настоящее время во всём мире выполнено уже много проектов, связанных с применением стандарта МЭК 61850, показавших преимущества данной технологии. Вместе с тем ряд вопросов ещё требует дополнительных разработок. Это относится к надёжности цифровых систем, к вопросам конфигурирования устройств на уровне подстанции и энергообъединения, к созданию общедоступных инструментальных средств проектирования, ориентированных на разных производителей.

Преимущества

Для сравнения "прошлых" и новых технологий можно привести примерные расчёты для оборудования "традиционной" подстанции и аналогичной по задачам ЦПС. В первом случае потребуется 150 км медного кабеля, 100 шкафов автоматического управления, 900 м^2 площади, а общие затраты на оборудование и монтаж — около 400 млн руб. Второй вариант требует 15 км волоконно-оптического кабеля, три шкафа защиты и управления (двойное резервирование того самого сервера), 150 м^2 площади и общие затраты — около 160 млн руб. Ну а если учесть, что с дистанционным мониторингом и всем прочим в ЦПС может управиться один оператор с планшетным ПК, нетрудно представить и общую выгоду по капитальным и операционных инвестициям. На одном цветном металломе можно неплохо заработать.

Снижение эксплуатационных расходов получится и за счёт перевода объектов в разряд "необслуживаемых", а также их унификации и стандартизации. Кроме того, появится способность систем оперативно адаптироваться к изменяющимся условиям, повысить надёжность и безопасность за счёт обеспечения прозрачности используемых алгоритмов. Не менее легко представить и "облако", из которого управляется целая группа ЦПС, а то и вся система энергетики. То есть налицо воистину огромный простор для разработчиков и поставщиков, что, заметим, в целом не является какой-либо новостью для специалистов ИКТ-отрасли.

Немного о проблемах

Разумеется, есть и проблемы. Прежде всего, ещё не утверждены стандарты, по которым должна проектироваться и которым должна соответствовать ЦПС, нет соответствующего метрологического обеспечения, в которое до сих пор заложены "традиционные" аналоговые измерения, нет и соответствующим образом обученного персонала. Нет даже устоявшегося определения ЦПС.

А вот как отнесутся, к примеру, специалисты в области РЗА, инструкции которых воистину "написаны кровью", к тому, что на подстанцию будут иметь доступ "какие-то айтишники"? Пусть они разберутся хотя бы с информационной безопасностью в других местах планеты. Очевидно, что "новые айтишники" должны быть соответствующим образом подготовлены или даже переучены из "релейщиков". Проблема в том, удастся ли их переучить, — ведь многим из них уже немало лет. Да что там "релейщики", весь остальной персонал, вплоть до высшего менеджмента, тоже должен "сменить голову" и мыслить новыми цифровыми реалиями. То есть кадровый вопрос при цифровой модернизации электроэнергетики отнюдь не последний.

Сегодня в России активно ведётся работа по развитию технологии ЦПС, запущен ряд пилотных проектов, ведущие российские компании приступили к разработке соответствующих отечественных продуктов и решений. Остаётся пожелать, чтобы руководство отрасли с пониманием отнеслось к этим работам и опиралось на отечественных производителей (в том числе и в области ПО) и подтолкнуло процесс цифровой стандартизации. Но, однако, не одной только ЦПС ограничивается сегодня модернизация электроэнергетики.

Интеллектуальная сеть

Интеллектуальные сети встречаются не только в ИКТ-отрасли. Если создать электросеть, которая собирает информацию от всех потребителей и производителей энергии и на её основе перераспределяет потоки мощности, то можно направить их туда, где дефицит, и накапливать там, где есть избыток. В таком случае каждый потребитель энергии в любой момент может стать её поставщиком. Подобная технология уже разрабатывается и называется SmartGrid, а сети на её основе называются активно-адаптивными сетями (из-за того, что у сети появляются элементы, активно меняющие свои параметры в зависимости от изменяющегося режима потребления). Как мы уже знаем, важнейшим элементом таких сетей являются ЦПС.

SmartGrid предполагает создание саморегулирующейся электроэнергетической системы, которая, обладая всей текущей информацией о состоянии сети и потреблении, будет распределять текущие энергетические ресурсы, полученные как от промышленных производителей, так и от частных пользователей. При этом излишек энергоресурсов будет накапливаться в специальных хранилищах и использоваться в периоды пиковых нагрузок. Иначе говоря, энергетическую систему будущего можно рассматривать как одноранговую сеть, весьма похожую на Интернет, в которой потребители наравне с поставщиками электроэнергии станут активными участниками процесса распределения и потребления электроэнергии. Как и в Интернете, повышение эффективности работы всей системы осуществляется за счёт децентрализации функций генерации и управления потоками электроэнергии и информации в энергетической системе, а также благодаря снижению затрат на организацию системы передачи электроэнергии, оперативного устранения неисправностей и возможности передачи электроэнергии и информации в двух направлениях.

Сегодня концепция SmartGrid рассматривается во многих странах в качестве начала масштабного перехода к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) в лице солнца, ветра и воды, хотя сам подход к этой концепции может несколько отличаться. Повсеместное аккумулирование излишков энергии может стать драйвером роста водородной энергетики и электротранспорта. К примеру, Калифорния намерена к 2020 г. генерировать 12000 МВт с помощью ВИЭ на местных электростанциях. По данным Pike Research, к этому времени региональным драйвером SmartGrid станет Китай, а общемировой объём соответствующего рынка составит свыше 70 млрд долларов США. Но, правда, надо ещё уметь создавать такие аккумуляторы и перенаправлять потоки электроэнергии.

Сегодня, как мы все знаем, у нас нет выбора в поставщике электроэнергии несмотря на утверждения отдельных "великих реформаторов" о наличии так называемого рынка электроэнергии. А вот в SmartGrid потребитель имеет воз-

можность оптимизировать график загрузки своих мощностей для минимизации затрат, а также получения дохода от своей персональной электростанции. Так что когда-нибудь в дополнение к планируемым Правительством РФ социальным нормам электропотребления у нас, возможно, появятся и многотарифные счётчики электроэнергии от разных поставщиков.

Однако не всё так просто. Концепция SmartGrid, конечно, красивая, но чтобы реализовать всё вышесказанное, электроэнергетикам потребуется разработка новых технологий по самым разным направлениям, к которым специалисты относят создание интеллектуальных измерительных приборов (SmartMetering), развитие компонентов электрической сети и устройств управления потоками мощности, развитие систем накопления энергии (аккумуляторы, водородное топливо, суперконденсаторы, ГАЭС и т. п.), развитие распределённой энергетики и создание интеллектуальных сетей регулирования спроса.

Кое-что уже появляется буквально на наших глазах. Недавно учёные Дальневосточного федерального университета и института Автоматики и Процессов управления ДВО РАН создали уникальный метод диагностики высоковольтного оборудования в режиме on-line на основе анализа спектров его собственного электромагнитного излучения. Изобретение обладает рядом несомненных преимуществ перед традиционными методами диагностики. Отсутствует необходимость отключать оборудование, информация о появлении и развитии дефекта немедленно появляется в электромагнитном излучении, нет необходимости разрабатывать специальные приборы для регистрации и обработки информации. И самое важное — дефект фиксируется на самой ранней стадии его появления и развития. Изобретение защищено десятью патентами и не имеет мировых аналогов. Остаётся добавить, что оно так и "просится" в состав ЦПС.

Предстоящая дорога

На сегодняшний день широкому внедрению инноваций в электроэнергетике по обыкновению препятствуют несовершенство законодательства, недостаточное финансирование и настороженное отношение ко всему новому. Вот, к примеру, в Китае законодательно закреплено, что все новые подстанции должны строиться только в виде ЦПС, в США и Европе значительное число подобных объектов уже находится в опытно-промышленной эксплуатации для наработки опыта и перехода к данной технологии. В России такой практики пока нет. Есть лишь пилотные проекты ЦПС, которые по производимому драматическому эффекту весьма походят на севший посреди деревенских изб вертолёт. Кто-то удивится и пойдёт дальше запрягать телегу, кто-то заинтересуется и подойдёт поближе, а кто-то, перекрестившись, уйдёт обратно в избу и полезет на печь. Ну а надежда, как всегда, на инноваторов.

Высоколинейный УМЗЧ с большим выходным сопротивлением

А. ОРЛОВ, г. Иркутск

Автором предложен интересный вариант усилителя мощности с высоким выходным сопротивлением. Его особенность — в использовании комбинации цепей отрицательной обратной связи. Применение определённых типов транзисторов способствовало минимизации нелинейных искажений. Это подтверждено и многочастотным методом измерения интермодуляционных искажений, совпадающим с субъективными оценками разрешения. Ограничения в выборе АС для работы с таким усилителем неоднократно обсуждались на страницах журнала — проблемы устраняют правильным выбором кроссовера, динамических головок и их акустического оформления.

В настоящее время усилители мощности звуковой частоты (УМЗЧ) подразделяются по выходному сопротивлению: с низким выходным сопротивлением и УМЗЧ с высоким выходным сопротивлением. С точки зрения теории электрических цепей УМЗЧ первого типа — источник напряжения, управляемый напряжением (ИНУН), а УМЗЧ второго типа — источник тока, управляемый напряжением (ИТУН). Преимущества и недостатки каждого из них достаточно подробно освещены как в печатных изданиях, так и в Интернете, и далее здесь рассматриваться не будут. Следует отметить, что автор предлагаемого УМЗЧ является сторонником именно "токового" способа управления динамическими головками громкоговорителя [1], и далее речь пойдёт в основном об усилителях с высоким выходным сопротивлением (УМ-ИТ).

Известен УМЗЧ с "плавающим" источником питания (непосредственно не соединённым с общим проводом усилителя), в котором к выходу ОУ подключён выходной каскад на биполярных транзисторах, включённых по схеме с общим эмиттером [2]. В отличие от классического выходного каскада на транзисторах, включённых по схеме с общим коллектором, такой каскад обладает усилением по напряжению. Такая архитектура УМЗЧ и легла в основу предлагаемого усилителя, поскольку позволяет простыми средствами реализовать УМЗЧ с высоким выходным сопротивлением и необходимым коэффициентом усиления по напряжению. Фактически это мощный генератор тока с транзисторами в режиме класса АВ с большим током покоя, выполненный на основе усилителя [3] и предназначенный для работы на широкополосный громкоговоритель либо акустическую систему с фильтрами, рассчитанными под высокое выходное сопротивление. Применённые в УМ-ИТ схемные решения позволили заметно снизить входную и выходную нелинейность и получить малые нелинейные искажения без применения цепи общей отрицательной обратной связи (ООС). Отличительной особенностью предлагаемого усилителя является использование в выходном каскаде каскодного включения мощных транзисторов (ОЭ—ОБ), что позволило получить высокую линейность, быстродействие и большое выходное сопротивление. Однако, как будет показано ниже, такая архитектура легко трансформируется в классический УМЗЧ с низким выходным сопротивлением. Если же говорить про субъективные оценки качества, то достигнуто весьма прозрачное звучание воспроизводимой музыки, и эта конструкция просто "отправила" предыдущие авторские проекты на разборку.

Обычно современный источник звукового сигнала имеет отличное от нуля выходное сопротивление, и если оно относительно велико, то классический "параллельный" повторитель вносит так называемые "интерфейсные" искажения. На **рис. 1** показана упрощённая схема ИТУН, в котором такой вид искажений практически полностью устранён.

На транзисторах VT1—VT6 и резисторах R5, R6 выполнен параллельный повторитель (ПП), в котором входной каскад реализован по схеме Шиклаи (Sziklai) на транзисторах VT1—VT4, что позволило существенно снизить входную нелинейность в зависимости от выходного сопротивления источника сигнала [4]. Для стабилизации рабочей точки транзисторов ПП применено токовое смещение, реализованное на основе плавающего источника напряжения G1 и резисторах R5, R6.

В отличие от УМЗЧ [5], где использовано смещение напряжением (так называемая "батарейка"), смещение током позволяет повысить надёжность работы без принятия специальных мер по обеспечению термостабилизации транзисторов ПП. Мощные транзисторы VT7, VT8, как уже упоминалось, включены по схеме с общей базой, что в совокупности с плавающим источником питания (G2, G3) обеспечивает широкую полосу пропускания и высокое выходное сопротивление (десятки и сотни килоом). Поскольку напряжение на коллекторах транзисторов VT5, VT6 строго фиксировано напряжениями на эмиттерах транзисторов VT7, VT8, то такой каскад при монтаже транзисторов на общем теплоотводе не подвержен эффекту самора-

РАДИО®
ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2015

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

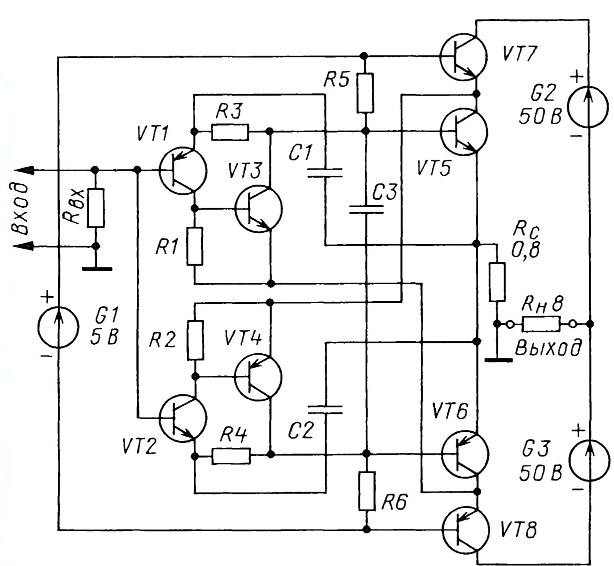


Рис. 1

Рис. 2

зогрева, даже в отсутствие эмиттерных резисторов. Реальные эксперименты с увеличением тока покоя каскада до 3...4 А подтверждают надёжность такого способа смещения.

Коэффициент усиления по напряжению определяется отношением сопротивления нагрузки $R_н$ к сопротивлению датчика тока $R_С$ ($K_у = R_н/R_С$) и может задаваться в широких пределах. Усилитель не критичен к качеству питающего напряжения G2, G3, и в нём снижено влияние паразитных свойств фильтрующих конденсаторов источников питания благодаря высокому выходному сопротивлению. Независимо от того, есть ли дополнительная активная или реактивная составляющая в цепи нагрузки, усилитель благодаря местной цепи ОС через резистор $R_С$ всегда обеспечивает требуемый ток через $R_Н$, корректируя выходное напряжение.

Отдельно следует сказать про необычное включение конденсаторов С1 и С2, ведь с первого взгляда можно посчитать это классической "вольтдобавкой", но это не так. Конденсаторы С1, С2, будучи включёнными между низкоимпедансными узлами — эмиттерами VT5, VT6 и эмиттерами VT1, VT2, для сигнала исключают местную токовую ОС и одновременно обеспечивают обратную связь по вычитанию искажений (ОСВИ). Введение этих конденсаторов приводит к возрастанию выходного напряжения на 0,5...0,7 дБ и снижению нелинейных искажений на выходе УМ-ИТ на 20...30 дБ, причём подобного применения такой "гибридной" отрицательной ОС автору ранее встречать не доводилось. Конденсатор С3 дополнительно стабилизирует напряжение между базами транзисторов VT5, VT6 в динамическом режиме.

К недостаткам архитектуры УМЗЧ на рис. 1 следует отнести несколько худший КПД. Это связано с тем, что эмиттеры транзисторов VT3, VT4 подключены перекрёстно к эмиттерам транзисторов VT8, VT7 и ток покоя транзисторов VT7, VT8 превышает ток покоя

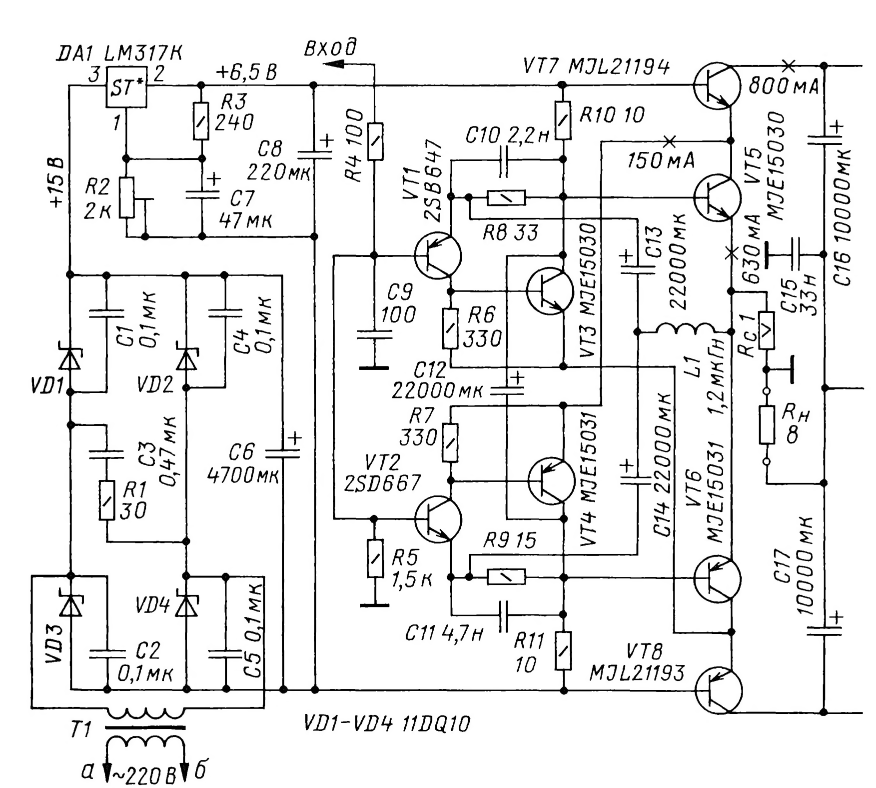


Рис. 3

транзисторов VT5, VT6 на эмиттерный ток транзисторов VT3, VT4. Этот ток зависит от выбора номиналов резисторов R1, R2 и R5, R6, и такое ветвление тока приводит к снижению КПД каскада и большему нагреву мощных транзисторов VT7, VT8, что увеличивает требования к охлаждению УМЗЧ. Ток покоя зависит от сопротивления резисторов R1—R4 и напряжения источника G1 и может регулироваться в довольно широких пределах.

На **рис. 2** показан способ трансформации УМ-ИТ в УМЗЧ с низким выходным сопротивлением.

Здесь использовано плавающее подключение нагрузки $R_н$, и её "холодный" вывод подключён к точке соединения эмиттеров VT5, VT6, а коэффициент усиления УМЗЧ по напряжению задан отношением резисторов: $K_у = R_{ос2}/R_{ос1}$ [6].

Основные технические характеристики УМ

Номинальное входное напряжение, В 2,3
Номинальная выходная мощность, Вт, на нагрузке 8 Ом 20,5

Максимальная выходная мощность, Вт, на нагрузке 8 Ом 26
Коэффициент усиления по напряжению, дБ 18
Полоса усиления, Гц ....0,1...3·10⁵
Входное сопротивление, кОм 1,5
Нелинейные искажения, %, при уровне –1 дБ от ограничения 0,0055
Интермодуляционные искажения, %, при уровне –2 дБ от ограничения 0,0033
Отношение сигнал/шум, дБ, не хуже 100

Полная схема УМ-ИТ представлена на **рис. 3**.

Во входном каскаде (VT1, VT2) применены комплементарные пары биполярных транзисторов Hitachi 2SB647 и 2SD667, а в качестве транзисторов VT3—VT8 — приборы Motorola MJE15030 и MJE15031, MJL21193 и MJL21194. На элементах T1, VD1—VD4, DA1, R1—R3, C1—C8 и R10, R11 собран источник токового смещения, формирующий необходимое для работы транзисторов постоянное напряжение 6,5 В, которое можно регулировать резистором R2. Входной сигнал подаётся через цепь защиты от помех R4R5C9 на базы транзисторов VT1, VT2. Сопротивление резистора R9 намеренно уменьшено в два раза по сравнению с сопротивлением резистора R8, что позволило снизить нелинейные искажения усилителя в режиме большого сигнала.

Поскольку падение напряжения между эмиттерами транзисторов VT5, VT6 и эмиттерами транзисторов VT1, VT2 не превышает 600 мВ, а приложенное к конденсатору C12 напряжение не превышает 1300 мВ, то в качестве C12—C14 были использованы низковольтные (на 4,5 В) сверхъёмкие конденсаторы "Supercap" от компании AVX — BZ054B223ZSBAE [7]. Конденсаторы C10, C11, C15 и дроссель L1 повышают устойчивость усилителя и снижают требования к качеству монтажа конструкции.

Дроссель L1 желательно выполнить на замкнутом магнитопроводе или с магнитным экранированием, а его активное сопротивление не должно быть более 0,1 Ом. На элементах T3, VD6—VD9, R14, C18—C24 выполнен плавающий источник питания с так называемой "виртуальной" средней точкой (элементы C16, C17, VT9, VT10, VD5, R12, R13). Данное решение заимствовано из схемотехники транзисторных усилителей QUAD и позволяет отказаться от системы защиты АС, к тому же, по мнению автора, с УМЗЧ и "виртуальной" средней точкой звучание лучше. В то же время УМ-ИТ может работать также и от классического источника питания.

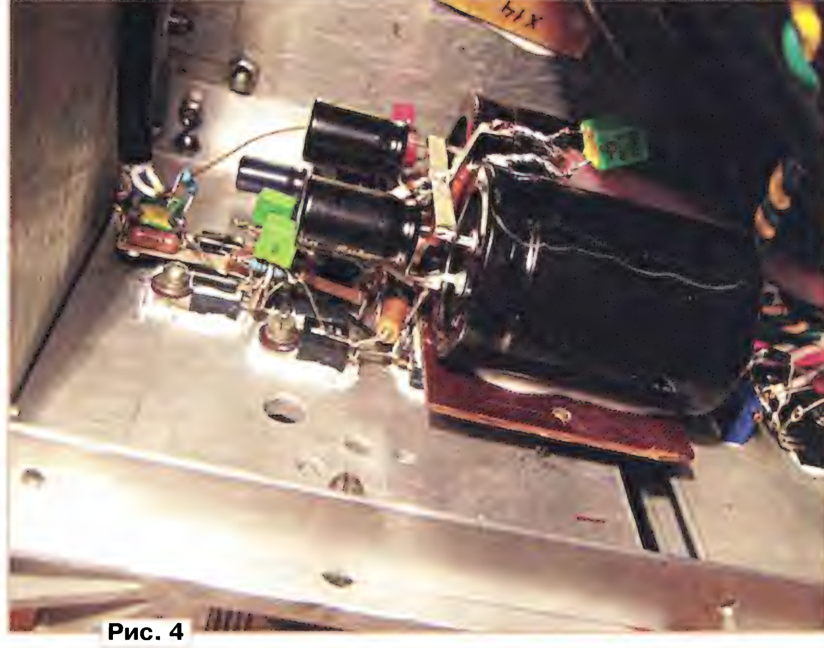
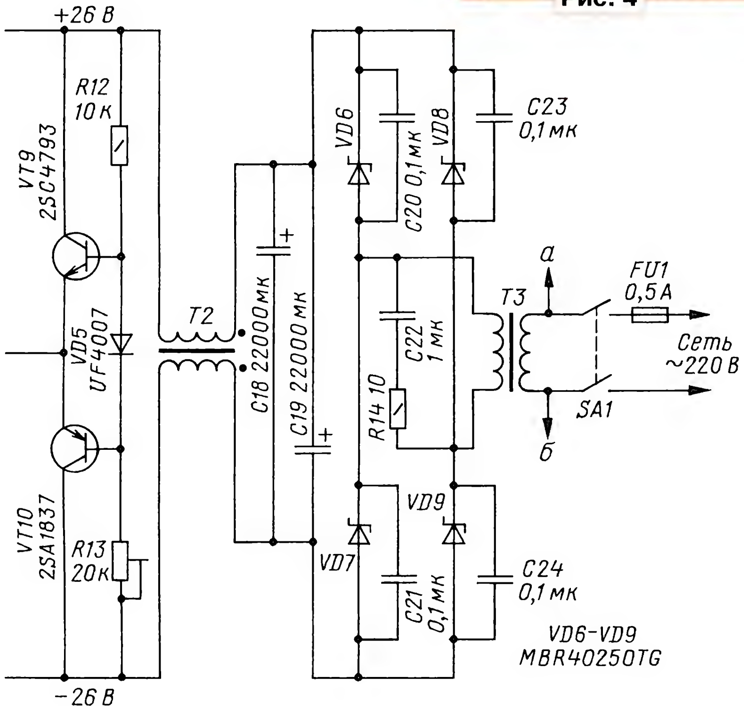


Рис. 4



С помощью подстроечного резистора R13 балансируют усилитель по постоянному току, добиваясь равенства напряжения коллекторов транзисторов VT7, VT8 относительно общего провода УМЗЧ. В цепях питания плёночные конденсаторы отсутствуют, при этом усилитель сохраняет хорошую устойчивость. Ток покоя транзисторов оконечного каскада VT7, VT8 составляет 800 мА и для охлаждения теплоотводов применены компьютерные вентиляторы (на 12 В), которые для снижения числа оборотов вращения запитаны через интегральные стабилизаторы на микросхемах 7809 (на схеме не показаны). Для защиты от помех, проникающих со стороны блока питания, служит синфазный фильтр, выполненный на трансформаторе T2; его обмотки намотаны на ферритовом кольце M2000HM (или близком аналоге, например N87) с внешним диаметром 28...40 мм и содержат по 18 витков провода диаметром 1 мм.

На фото **рис. 4** представлен монтаж элементов УМЗЧ, выполненный навесным способом без применения печатных плат. Все транзисторы усилителя расположены на общем теплоотводе рядом друг с другом, благодаря чему и достигается хорошая температурная стабильность. Мощные транзисторы VT7, VT8 прикреплены к теплоотводу через изолирующие прокладки из окси-

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

да алюминия и прикрыты сверху медной пластиной—экраном; эта мера позволяет несколько снизить уровень излучения выходного каскада.

Медная пластина закрыта текстолитовой пластиной толщиной 1,5 мм, поверх которой приклеены оксидные конденсаторы C16, C17. Транзисторы VT3—VT8 крепят на теплоотвод также через изолирующие керамические прокладки. Транзисторы VT1, VT2 через термопасту закреплены поверх транзисторов VT3, VT4. В качестве датчика тока R_c применён мощный толстоплёночный резистор Caddock MP930, который крепится на том же теплоотводе, что и транзисторы VT1—VT6. Конструкция усилителя в сборе со снятой верхней крышкой показана на фото **рис. 5**.

В УМЗЧ использованы хорошо зарекомендовавшие в звуковых устройствах оксидные конденсаторы Panasonic FC (C6), ELNA Silmic II (C7), Rubycon Black Gate FK (C8), Nichicon KG (C16, C17) и Nippon Chemi-Con KMG (C18, C19). Все плёночные конденсаторы — полипропиленовые: Wima FKP2 (C9—C11, C15) и Rifa PHE426 (C1—C5, C20—C24). Резисторы — Vishay Dale (R5—R8, R10, R11), Caddock MP930 (RC), Firstronics RM (R3, R4, R9, R12), Phoenix Passive Components PR01 (R1, R14) и Bourns 3299W (R2, R13).

Каждый канал усилителя питается от отдельных сетевых трансформаторов T1 и T3. Поскольку использовано "плавающее" питание, желательно применять трансформаторы с минимальной ёмкостью между сетевой и вторичной обмотками. Широко используемые в аудиотехнике трансформаторы с кольцевым магнитопроводом из-за повышенной межобмоточной ёмкости здесь применять не следует. В качестве T1 и T3 автором были использованы изделия от фирмы Pro-Power. В этих трансформаторах первичная и вторичная обмотки пространственно разнесены, а реально измеренная ёмкость между ними не превышает 18...28 пФ.

В ходе многочисленных экспериментов с различными активными элементами были опробованы некоторые типы транзисторов и проверялись следующие элементы в парах (см. рис. 3).

Транзисторы VT1, VT2 — 2SA970 и 2SC2240; 2SA1015 и 2SC1815; 2SA1145 и 2SC2705; BC550 и BC560; 2SA1360 и 2SC3423; 2SA1370 и 2SC3467; 2SA1380 и 2SC3502; 2SB649A и 2SD669A; KTA1024 и KTC3206; KTA1268 и KTC3200; 2N5401 и 2N5551; MJE340 и MJE350; BC639 и BC640; 2SB647 и 2SD667.

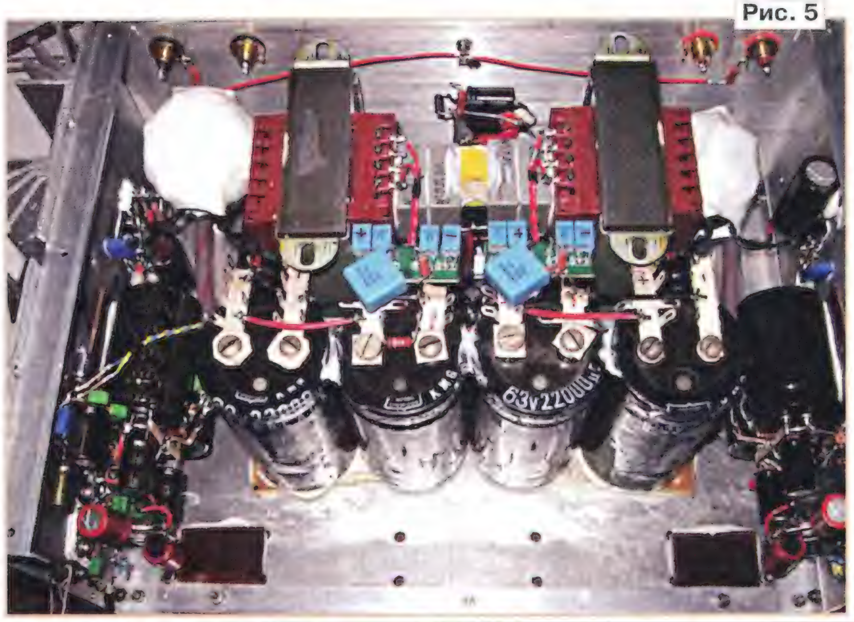
Транзисторы VT3, VT4 — 2SA1930 и 2SC5171; 2SB649A и 2SD669A; MJE15030 и MJE15031; BD911 и BD912.

Транзисторы VT5, VT6 — 2SB817 и 2SD1047; MJL21193 и MJL21194; MJE15030 и MJE15031; BD911 и BD912.

Однако лучшим по результатам измерений, как и по звучанию, оказался именно комплект, указанный на схеме рис. 3. Следует отметить, что приемлемой альтернативы транзисторным парам 2SB647, 2SD667 и MJE15030, MJE15031 в этом усилителе автор, похоже, не нашёл. Различные варианты их замены какими-либо из выше перечисленных транзисторов заканчивались всегда увеличением нелинейных искажений в десять и более раз. Возможна замена транзисторов MJE15030, MJE15031 парой MJE15028, MJE15029, так как они лишь немного отличаются уровнем легирования коллекторного слоя. В качестве мощных транзисторов VT7, VT8 можно применить практически любые современные мощные комплементарные биполярные транзисторы, такие как 2SA1943 и 2SC5200, MJL1302A и MJL3281A, MJL21195 и MJL21196, NJW0302 и NJW0281, NJW1302 и NJW3281.

При измерении нелинейных искажений УМ-ИТ использован эквивалент нагрузки сопротивлением 8 Ом, который представляет собой соединённые последовательно резистор 7,5 Ом (на-

Рис. 5



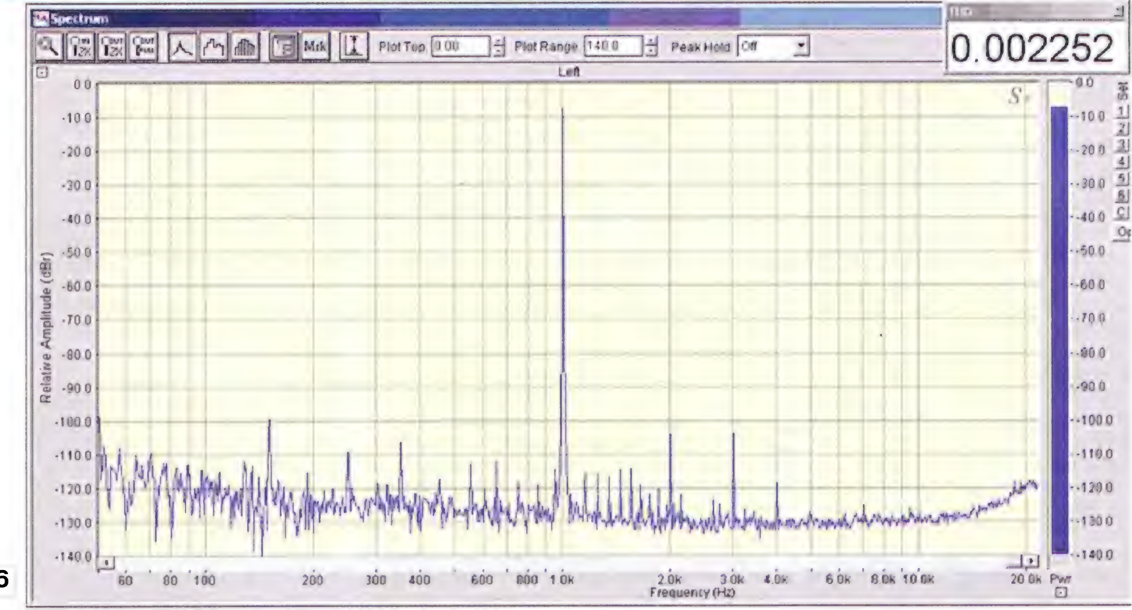


Рис. 6

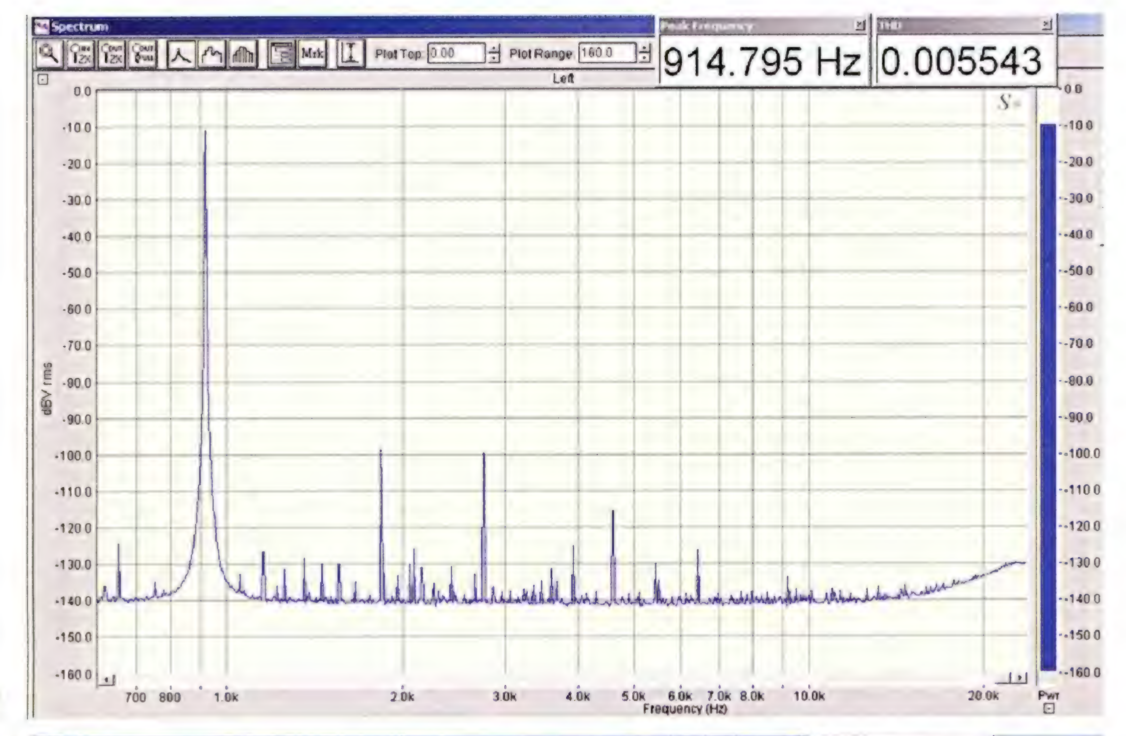


Рис. 7

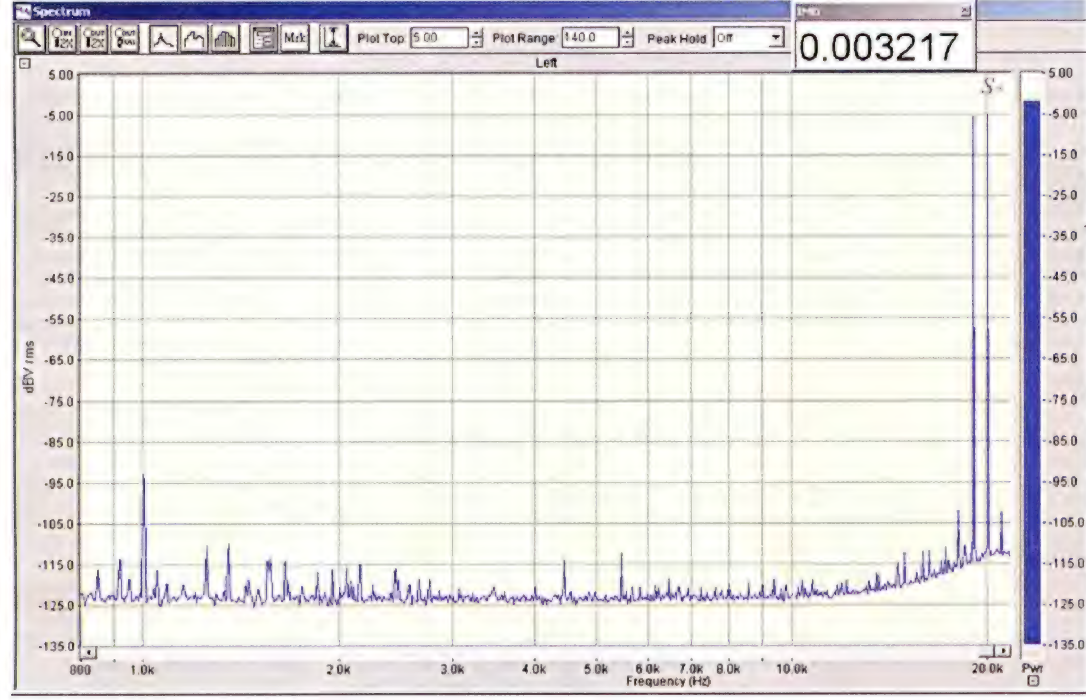


Рис. 8

бор резисторов МЛТ-2, включённых параллельно) и измерительный резистор 0,5 Ом Caddock MP930. С этого резистора измерительный сигнал подавался на вход звуковой карты Echo MiaMIDI, а эквивалент нагрузки при этом подключался к выходу усилителя через коаксиальный кабель длиной 1 м. На **рис. 6** показан спектр сигнала частотой 1 кГц, напряжением 10 В на выходе усилителя при сопротивлении нагрузки 8 Ом и напряжении питания УМЗЧ 2×26 В. Из рис. 6 видно, что быстро спадающий спектр усилителя не содержит высших гармоник.

На **рис. 7** представлен спектр сигнала на выходе УМ-ИТ, снятый при уровне выходного сигнала −1 дБ от ограничения.

На **рис. 8** представлен спектр сигнала на выходе УМ-ИТ, который был снят на двухчастотном сигнале 19 и 20 кГц. Размах выходного напряжения комплексного сигнала составляет 30 В на нагрузке 8 Ом.

На **рис. 9** представлен спектр сигнала на выходе УМ-ИТ, который был снят на многотональном сигнале по методу измерения реального разрешения усилителя [8]. Сам сигнал представлял собой смесь из 16 частот в интервале 16,352...28160 Гц, выбранных таким образом, чтобы не маскировались нижние гармоники и кросс-частоты. Коэффициент амплитуды каждой из частот был выбран −20 дБ. Размах выходного напряжения комплексного сигнала составлял 30 В на нагрузке 8 Ом.

Описываемый здесь усилитель используется автором совместно с четырёхполосной АС. Головки НЧ ("mid-bass"), СЧ и ВЧ питаются от данного УМ-ИТ через кроссовер с фильтрами последовательного типа, рассчитанными на источник сигнала с бесконечно

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

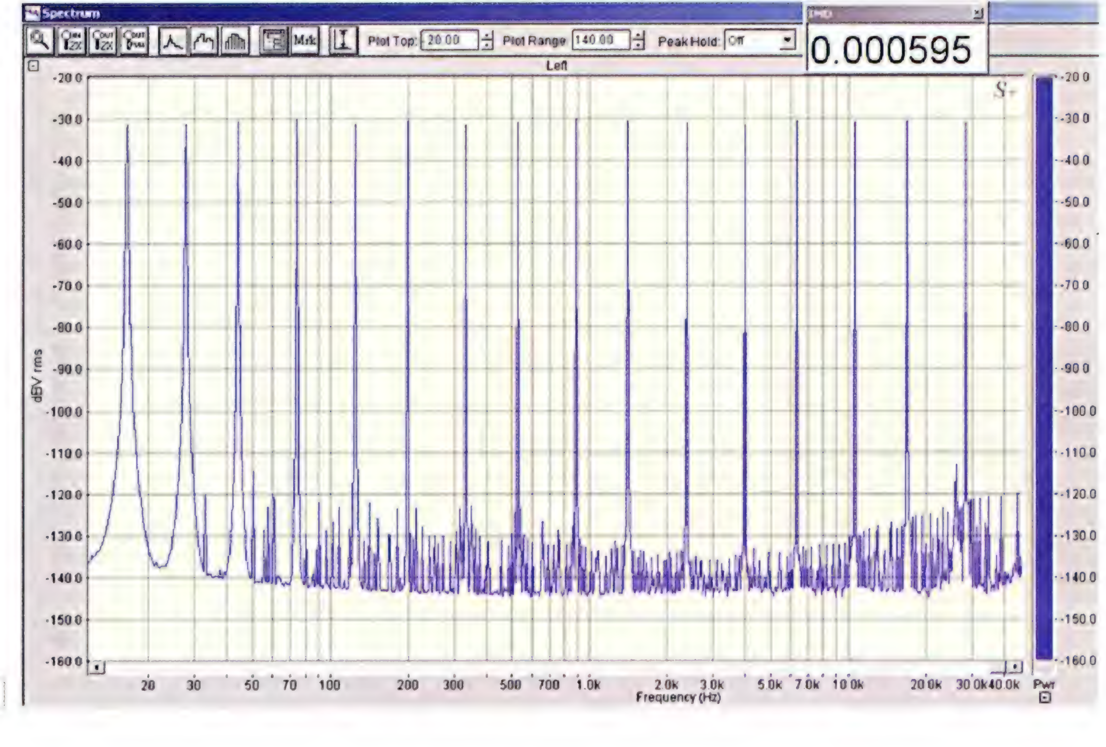


Рис. 9

большим выходным сопротивлением. На самых низких частотах (в четвёртой полосе АС) применена электроакустическая обратная связь с отдельными мостовыми УМЗЧ.

УМЗЧ с высоким выходным сопротивлением не очень популярен у любителей высококачественного звуковоспроизведения, так как накладывает сильные ограничения на типы применяемых АС: это либо широкополосный громкоговоритель, либо самодельная многополосная экзотика со сведением под источник тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Агеев С.** Должен ли УМЗЧ иметь малое выходное сопротивление? — Радио, 1997, № 4, с. 14—16.

2. **Пономарёв А.** Усилитель мощности звуковой частоты с плавающим питанием оконечного каскада. — Радио, 1987, № 4, с. 39, 40.

3. ИТУН без общей ООС на основе параллельного повторителя. — **http://forum.vegalab. ru/showthread.php?t=64189** (31.10.14).

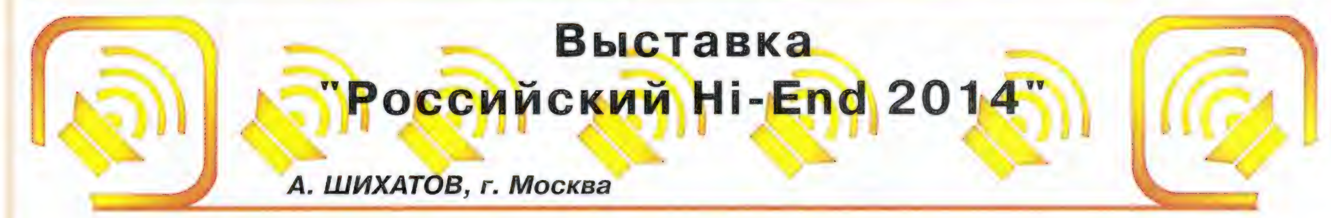
4. Малоискажающий повторитель напряжения. — **http://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=61096** (31.10.14).

5. Гибридный усилитель — проект Zarathustra. — **http://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=36227** (31.10.14).

6. Двухподвес. — **http://floatingpower.narod.ru/index/0-6** (31.10.14).

7. BestCap®: Ultra-low ESR High Power Pulse Supercapacitors. — **http://www.avx.com/docs/Catalogs/bestcap.pdf** (31.10.14).

8. Метод измерения реального разрешения усилителя. — **http://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=34487** (31.10.14).



Выставка "Российский Hi-End 2014"

А. ШИХАТОВ, г. Москва

Этот краткий обзор родился в результате личных впечатлений автора после посещения выставки, возобновлённой с 2012 г. Её экспонаты стали хорошей альтернативой дорогой импортной аппаратуре, представленной на последних международных выставках в России.

В Москве, в конгресс-центре МТУСИ, прошла очередная, уже четырнадцатая по счёту выставка "Российский Hi-End 2014" — мероприятие, полностью посвящённое домашней аудиоаппаратуре отечественного производства. Основной принцип и цель выставки — помощь отечественной конструкторской мысли, отечественному производителю. Это возможность не только показать свой потенциал как разработчика, но и стартовая площадка для собственного бизнеса — за прошедшие годы из примерно 120 участников более 20 % получили "путёвку в жизнь" и стали серьёзными производителями.

Выставка очень актуальна именно в свете импортозамещения. Неспроста её открывал (впервые за все годы!) руководитель федерального агентства связи Олег Геннадьевич Духовницкий. В этом году свою продукцию демонстрировали 26 участников — своеобразный рекорд! Для сравнения — на тринадцатой выставке было 18 участников. На других же международных выставках в России экспозиции аудиотехники в этом году сократились, что неудивительно — цены в десятки тысяч евро для большинства россиян непривычны, особенно в нынешних условиях. Разработки наших конструкторов, приехавших на выставку, обеспечивают такое же качество звучания, но цены на один-два порядка ниже. Заметно изменилось и отношение к дизайну, многие экспонаты выглядят не хуже, а некоторые и лучше зарубежных. Поэтому при отборе экспонатов учитывались не только звучание и технические показатели, но и внешний вид.

"Я давнишний поклонник журнала "Радио", храню номера с 1956 года, я


Фото 1

по ним учился. В "дискретной" схемотехнике были изящные инженерные решения, была своя красота. С появлением "интегральной" схемотехники эта красота ушла, интересные конструкции стали появляться реже", — сказал Дмитрий Георгиевич Свобода, руководитель Акустического Центра МТУСИ, бессменный организатор выставок "Российский Hi-End" и читатель журнала с огромным стажем.

С этим наблюдением трудно не согласиться — массовая аудиотехника давно поставлена в жёсткие рамки типовых решений, оригинальные конструкции с запоминающимся звучанием остались уделом конструкторов-энтузиастов, для которых выставка становится всем — это и обмен опытом, и демонстрация новых решений, и поиск покупателей. "Хайэнд" отличается от "хайфая" звучанием именно потому, что все компоненты тщательно отбирают и доводят вручную — и, кстати, в ходе выставки это не раз подтверждалось: замена только одного компонента системы может дать потрясающий эффект. Это не всегда поддаётся расчёту, как не поддаётся расчёту и качество звучания, для которого до сих пор нет чётких критериев. Если в первые дни участники слушали и демонстрировали только свои тракты, то потом начали комбинировать.

Кстати, о звучании. Формат прослушивания в этот раз изменён и стал двухступенчатым — до сих пор ни одна выставка в таком формате не проводилась. В общем зале на втором этаже — короткое ознакомительное прослушивание "по кругу", каждому участнику выделялось по 15 мин. Участникам для наглядного отсчёта времени вручали песочные часы. Детальное же прослушивание продолжительностью 45 мин проходило в зале "Эксклюзив" на первом этаже. Поэтому посетители могли сначала выбрать интересное для себя, а потом, сверившись с расписанием детального прослушивания, получить полное представление о системе. И здесь в полной мере проявились рыночные законы — народ "голосует ногами". Посещаемость зала "Эксклюзив" это продемонстрировала наглядно — не все экспонаты собирали полный зал.

Хотя тракты Hi-End принято оценивать в целом (помните, замена одного компонента изменяет многое), начнём по традиции с акустических систем.


Фото 2

Пожалуй, лучшей акустикой можно назвать открытые АС Noise Fabrik от Александра Бочкарёва (Тверь) с линейкой трёхдюймовых широкополосных динамических головок по сторонам ленточного твитера (**фото 1**). Басовая секция состоит из пары 15-дюймовых головок в открытом акустическом оформлении. Зарубежные аналоги такого качества исполнения и звучания могут стоить до 100000 евро — чем не импортозамещение? Акустическую систему прослушивали в разных трактах, и выяснилось, что к ней подходит не каждый усилитель.

Интереснейшую четырёхполосную АС (**фото 2**) представил Сергей Давидович Бать. Её настройку вели перед выставкой круглые сутки и завершили как раз к открытию. Виктор Луханин, сподвижник Сергея Давидовича, в день открытия буквально засыпа́л на ходу... Была представлена также трёхполосная АС и выставлявшаяся ранее "пирамидка". Все авторские конструкции показали достойное внимания качество звучания.

На третьем месте неофициального рейтинга — проект лаборатории Александра Сырицо. Это уже известный по предыдущей выставке комплект активной АС с электроакустической обратной связью через установленные перед НЧ-головками микрофоны (**фото 3**). К настоящему времени устранены отмеченные ранее погрешности в звучании, звук стал быстрым, ярким и сочным. На сегодняшний день зарубежных аналогов у этой АС нет — прекрасный повод для гордости.

Огромный интерес посетителей, особенно новичков, вызвала "моноблочная" АС с рупорными излучателями, своего рода "стена звука" (**фото 4**).


Фото 3


Фото 4

Фото 5

Фото 6

Любители острых ощущений пытались засунуть голову в низкочастотный рупор. Эта система знакома по предыдущей выставке, и на сегодняшний день устранены мелкие огрехи в звучании. Органные партии зазвучали впечатляюще.

Автор этого "монстра" — аудиоинженер Виктор Николаевич Пастухов. По его словам, 15 лет назад он впервые услышал звучание рупорной акустики и заболел ею. Представленная конструкция рождалась постепенно, каждый раз в звуке чего-то не хватало, и один за другим добавлялись драйверы. В этой конструкции — 17 динамических головок, причём для каждой из них выделен свой канал усиления (вся электроника предоставлена Александром Сырицо).

Несколько слов о новых участниках — производителях АС и комплектующих.

Компания IVK audio из Казани специализируется на полном цикле производства акустических систем — от головок и до готовых изделий.

Компания "Дифтон" (из г. Ярцево Смоленской обл.) производит отличные корпуса для акустических систем, а корпус — не менее важный элемент, чем излучатели.

Среди усилителей необходимо выделить конструкцию Александра Трусова. Усилитель Essato AT (**фото 5**) оказался очень нейтральным — звучание соединило в себе лучшие ламповые и транзисторные качества: теплоту и точность. Наверное, треть АС демонстрировалась именно с этим усилителем. Когда С. Д. Бать продемонстрировал звучание своей четырёхполосной акустики с этим усилителем, в зале "Эксклюзив" сначала было молчание, а потом — дружные аплодисменты.

Очень интересен ламповый двухтактный усилитель "Фараон" (**фото 6,** на переднем плане) (ООО "Разин и Мусатов"). Он продемонстрировал хороший, тёплый бас и глубокую сцену. На третьем месте неофициального рейтинга — усилитель Power Amper из г. Санкт-Петербурга.

Нельзя не отметить "нового старого" участника — ООО "Предприятие "Лель". Читатели постарше вспомнят популярные в СССР ЭМИ и сценическое оборудование под этой маркой. На выставке был представлен интересный гибридный усилитель с ламповым драйвером и транзисторным выходным каскадом.

ООО АТ представила интегральные транзисторные усилители. Доводка продолжалась пару лет — сначала звучание, потом — внешний вид. И теперь их усилители по "скорострельности" и яркости звучания одни из лучших.

Компания "Эридан аудио" (Санкт-Петербург) выпускает усилители и кабели. Её конструкторы пока ещё не нащупали "свой" звук, поэтому на выставке пробовали компоненты других производителей, обменивались мнениями.

В современных условиях выставка становится мощным инструментом для дальнейшего развития — этот факт отмечали многие участники. Личное общение конструкторов — это обмен опытом и воплощённые в конструкциях новые идеи. Друг от друга нет секретов, и в этом проявляется "широта русской души". А посетители — это потенциальные покупатели, которые "поддержат рублём" энтузиастов Идеального Звучания.

***От редакции**. На третьей странице обложки представлено ещё несколько фотографий с выставки. Все фото — Сергея Корнеева.*

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

С 1 января 2015 г. "Ростелеком" повысил тарифы на услуги проводного радиовещания для всех категорий пользователей в 16 регионах Центрального федерального округа из-за её убыточности. Повышение коснулось Белгородской, Брянской, Владимирской, Воронежской, Ивановской, Калужской, Костромской, Курской, Липецкой, Орловской, Рязанской, Смоленской, Тамбовской, Тверской, Тульской и Ярославской областей.

"С точки зрения развития отрасли, услуга проводного радиовещания является устаревшей и на протяжении многих лет убыточной, — рассказал репортёру "ComNews" представитель "Ростелекома". — Абонентская база "Ростелекома" постоянно сокращается (абоненты сами отказываются от радиоточек), при этом постоянные затраты на содержание сети проводного радиовещания не уменьшаются, только теперь их приходится распределять на меньшее количество пользователей. Кроме того, услуги проводного радиовещания для населения не субсидируются государством", — пояснил он.

По сравнению с 2011 г. число абонентов услуги сократилось более чем на 40 % (до 1,6 млн в целом по компании).

Другой оператор — ФГУП "Российские сети вещания и оповещения" (РСВО) корректировку тарифов для юридических лиц также произвёл с 1 января 2015 г. В Москве тариф для юридических лиц составил 72 руб., а в г. Санкт-Петербурге — 63 руб. (источник — URL: **http://www.comnews.ru/node/89196#ixzz3NYQ1hYip** (26.01.15)).

Российский государственный оператор телерадиовещания РТРС 1 февраля 2015 г. отключит 30 из 40 средневолновых передатчиков. Департамент эксплуатации РТРС разослал соответствующие письма в региональные радиоцентры. Представитель ВГТРК подтвердил, что компания продолжит в 2015 г. сокращать вещание радиопрограмм на средних волнах, но не назвал конкретных сроков и объёмов уменьшения финансирования на эти цели.

"Оставшиеся передатчики — маломощные (от 1 до 15 кВт), они обеспечивают возможность приёма радиопередач в радиусе не более 50 км. Эти передатчики планируется со временем перепрофилировать на вещание в УКВ-диапазоне с таким же небольшим радиусом действия", — рассказал корреспонденту РБК заместитель гендиректора ВГТРК Сергей Архипов.

Официальный представитель РТРС Игорь Степанов подтвердил, что есть вероятность прекращения финансирования трансляции программ ВГТРК на средних волнах. В этом случае эксплуатация мощных радиопередатчиков станет для РТРС полностью нерентабельной, и их придётся отключать. В том числе, по словам Степанова, будут отключены наиболее мощные передатчики, работающие в средневолновом диапазоне.

РТРС несколько лет последовательно сворачивает дальнее радиовещание в связи с прекращением финансирования компанией ВГТРК трансляции государственного радио. Сначала, в марте 2013 г., было прекращено вещание радиостанции "Маяк" (ВГТРК) на длинных и средних волнах. С начала того же года резко — практически вдвое — сократила объёмы своего вещания другая государственная радиокомпания — "Голос России", снизив плату за услуги РТРС на 330 млн руб. в год. Затем, в 2014 г., ВГТРК вывела из средне- и длинноволнового эфира программы "Радио России".

ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД. Филиал РТРС "Новгородский ОРТПЦ" начал трансляцию программ "Радио Звезда" в эфире старейшего города России — Великого Новгорода, частота вещания — 106,2 МГц (источник — URL: **http://novgorod.rtrs.ru/news/read/215/** (26.01.15)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. 1 февраля 2015 г. остановлена трансляция программы "Радио России" на средних волнах (частота 567 кГц) в г. Волгограде и Волгоградской области. Решение об остановке вещания принято руководством ВГТРК.

Возможность продолжать принимать программы "Радио России" пока остаётся у жителей г. Волгограда (70,43 МГц), пгт Елани (70,49 МГц), г. Жирновска (71,51 МГц), г. Камышина (69,14 МГц), станицы Клетской (70,94 МГц), г. Михайловки (66,83 МГц), г. Суровикино (71 МГц), г. Урюпинска (67,16 МГц), ст. Чилеково (70,4 МГц) и хутора Успенка (69,44 МГц) (источник — URL: **http://volgograd.rtrs.ru/news/read/266/** (26.01.15)).

ВОРОНЕЖ. С 1 января 2015 г. в г. Воронеже изменена частота вещания радиопрограммы "Маяк". Старая частота — 69,38 МГц, новая — 105,7 МГц (источник — URL: **http://voronezh.rtrs.ru/news/read/73/** (26.01.15)).

ИВАНОВСКАЯ ОБЛ. С 1 января в г. Вичуга началась трансляция программ радиостанции "Наше радио" на частоте 104,6 МГц (источник — URL: **http://nsn.fm/music/nashe-radio-teper-v-udomle-i-vichuge.php** (26.01.15)).

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. В Братске, в канун Крещения Господнего, филиал РТРС "Иркутский ОРТПЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Радио Вера". Мощность передатчика — 1 кВт, частота вещания — 107,2 МГц (источник — URL: **http://irkutsk.rtrn.ru/news/read/226/** (26.01.15)).

КИРОВСКАЯ ОБЛ. Православное радио "Вера", которое уже вещает в целом ряде российских городов, теперь можно послушать и в г. Кирове на частоте 90,8 МГц. "Вера" — это довольно "молодая" радиостанция, рассказывающая современному городскому жителю о православии (источник — URL: **http://kirovnet.ru/news/2014/12/26/v-kirove-veshchaet-radio-dlya-pravoslavnyih** (26.01.15)).

ООО "Радио-Дача" признано победителем конкурса на наземное эфирное радиовещание в г. Кирове на частоте 91,6 МГц, время вещания — ежедневно, круглосуточно с программной концепцией "Радио Дача". В Кировской области эта станция уже работает в двух городах: Кирово-Чепецке и Котельниче (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2156.htm** (26.01.15)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. 23 января филиал РТРС "Красноярский КРТПЦ" начал круглосуточную эфирную трансляцию радиостанции "Наше радио" в г. Ачинске. Для приёма радиостанции необходимо настроить свои приёмники на частоту 89,2 МГц (источник — URL: **http://krasnoyarsk.rtrs.ru/news/read/211/** (26.01.15)).

КРЫМ, РЕСПУБЛИКА. Начиная с 31 декабря 2014 г. программы "Радио Звезда" звучат в эфире города-героя Севастополя, частота вещания — 105,6 МГц, и в столице Крыма Симферополе, частота вещания — 104,3 МГц (источник — URL: **http://www.radiozvezda.ru/news/169/** (26.01.15)).

КОСТРОМА. Филиал РТРС "Костромской ОРТПЦ" закончил монтаж антенны УКВ-диапазона и установил оборудование для трансляции передач радиостанции "Радио Ваня" в г. Костроме. Оборудование в настоящее время работает в тестовом режиме на частоте 91 МГц (источник — URL: **http://costroma.rtrs.ru/news/read/58/** (26.01.15)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. Принадлежащая "Газпром-Медиа" информационная радиостанция "Сити FM" (вещает в Московском регионе на частоте 87,9 МГц) с начала марта прекратит своё вещание, на её базе будет запущено музыкальное радио "Like FM". Это следует из материалов Федеральной конкурсной комиссии при Роскомнадзоре. 25 декабря 2014 г. комиссия одобрила смену формата радиостанции.

"Это будет музыкальная радиостанция с русскоязычной концепцией", — сообщил ТАСС Юрий Костин, президент ВКПМ (управляет радийными активами "Газпром-Медиа"), отказавшись от дальнейших комментариев.

Сейчас "Сити FM" — информационная новостная радиостанция, вещающая в Москве и Подмосковье. Впервые радиостанция вышла в эфир в феврале 2006 г. (источник — URL: **http://Tass.Ru/Ekonomika/1706886** (26.01.15)).

Жителям г. Серпухова стало возможным слушать передачи радиостанции "Наше Подмосковье", которая начала здесь работать на частоте 98,2 МГц. В дальнейшем радиовещание охватит весь Серпуховский район, в том числе два наукограда — Протвино и Пущино. А также планируется начать вещание ещё в трёх городах Московской области: Наро-Фоминске, Орехово-Зуеве и Коломне (источник — URL: **http://serpregion.ru/content/view/18449/2/** (26.01.15)).

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Нижегородский ОРТПЦ" начал трансляцию программ радиостанции "NN-Radio" в г. Шахунье. Вещание ведётся круглосуточно на частоте 106,3 МГц. Принимать сигнал радиостанции могут жители Шахуньи и близлежащих населённых пунктов (источник — URL: **http://nnovgorod.rtrs.ru/ news/read/269/** (26.01.15)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. К региональной сети вещания "Love Radio" присоединился г. Соликамск, частота вещания — 97 МГц.

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. С 1 февраля радиостанции "Радио России" и "Маяк" во Владивостоке, Уссурийске и Находке по решению руководства ВГТРК изменяют частоты вещания. Филиал РТРС "Приморский КРТПЦ" сообщает, что во Владивостоке "Радио России" будет транслироваться на частоте 102,1 МГц, "Маяк" — на частоте 88,8 МГц. В г. Уссурийске "Радио России" можно слушать с 1 февраля на частоте 106,0 МГц, в г. Находке "Радио России" будет транслироваться на частоте 101,4 МГц (источник — URL: **http://vladivostok.rtrs.ru/news/read/195/** (26.01.15)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. В г. Тольятти с 1 января на частоте 98,9 МГц начала работу радиостанция "Мир". Она вещает в формате "Adult Contemporary", в её эфире звучат хиты 70-х—2000-х годов и мелодии из известных кинофильмов. Также каждый час в эфир выходят новости из стран СНГ и мира (источники — URL: **http://samara.ru/read/75371**, **http://mir24.tv/news/society/11902532** (26.01.15)).

В г. Сызрани прекратили вещание четыре радиостанции: "Рекорд", "Хит FM", "Маяк" и "Монте-Карло"; "Хит FM" работал в городе на частоте 94,2 МГц, "Рекорд" — на частоте 93,7 МГц, "Маяк" — на частоте 94,6 МГц, "Монте-Карло" — на частоте 92,8 МГц. По неофициальной информации, причина закрытия станций — их нерентабельность. В итоге в Сызрани осталось 15 радиостанций.

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. 25 декабря 2014 г. радиостанция "Звезда" начала вещание в г. Твери на частоте 98,5 МГц. 1 января радиостанция "Наше радио" появилась в эфире в г. Удомле, частота вещания — 104 МГц.

РЕСПУБЛИКА ТЫВА. Филиал РТРС "РТПЦ Республики Тыва" начал трансляцию радиостанции "Маяк" в УКВ-диапазоне в г. Кызыле. Радиослушатели получили возможность круглосуточно принимать любимые программы на частоте 103,4 МГц.

Зона уверенного приёма — 24 км, охват населения — 131,5 тыс. человек. Трансляция "Маяка" в СВ-диапазоне (один из двух действующих средневолновых передатчиков станции в России на частоте 828 кГц) прекращена (источник — URL: **http://tyva.rtrs.ru/news/read/91/** (26.01.15)).

ТЮМЕНЬ. С 1 января 2015 г. в Тюмени прекращается трансляция радиопрограммы "Маяк" на частоте 69,56 МГц. Прекращение вещания связано со снятием с использования УКВ-передатчика "Дождь-2" (источник — URL: **http://ural-sib.rtrn.ru/news/read/435/** (26.01.15)).

УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА. 15 декабря в г. Ижевске началось вещание радиостанции "Energy" на частоте 96,2 МГц. Всего в России в настоящее время установлены 60 передатчиков этой станции, которые охватывают сигналом более 377 городов.

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ. В последние дни 2014 г. филиал РТРС "Урало-Сибирский РЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Наше радио" в посёлке Белый Яр Сургутского района (с охватом г. Сургута) и в г. Ханты-Мансийске. Для прослушивания передач станции жители Сургута и близлежащих посёлков должны настроить свои приёмники на частоту 90,7 МГц, а радиослушатели Ханты-Мансийска — на частоту 106 МГц (источник — URL: **http://ural-sib.rtrs.ru/news/read/439/** (26.01.15)).

ЗАРУБЕЖНЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

ГЕРМАНИЯ. Завершилась эра немецкого радиовещания в длинноволновом диапазоне. 31 декабря 2014 г. в полночь по местному времени (23.00 UTC) в Германии прекратили свою работу длинноволновые передатчики радиостанций "Deutschlandfunk" (DLF) и "Deutschlandradio Kultur" ("DLR Kultur") на частотах 153, 177 и 207 кГц.

ОАЭ. "Авторадио" расширяет зарубежное вещание. 25 декабря 2014 г. ведущая радиостанция ВКПМ ("Вещательная корпорация "Проф-Медиа") зазвучала в Объединённых Арабских Эмиратах (ОАЭ). На сегодняшний день это единственная в Эмиратах радиостанция для русскоговорящего населения страны.

"Авторадио—Объединённые Арабские Эмираты" можно услышать на частоте 103,2 МГц. Вещание ведётся из эмирата Дубай, где установлен передатчик мощностью 20 кВт, покрывающий сигналом всю страну.

США. Госдепартамент США выделит 60 млн долларов российским демократическим и гражданским организациям на поддержку медиа и свободного интернета в России. Цель организации таких медиа — противостояние российской пропаганде. Радиостанции "Голос Америки" и "Свободное европейское радио" должны вещать преимущественно на территории сопредельных с Россией стран — в Украине, в Молдове и Грузии. На поддержку такого вещания США выделят ещё 30 млн долларов, по 10 млн ежегодно с 2016-го по 2018 гг. (источник — URL: **http://www.vedomosti.ru/politics/news/37593781/gosdepartament-ssha-vydelit-60-mln-na-podderzhku-rossijskih** (26.01.15)).

ФРАНЦИЯ. С первого января отсутствует коротковолновое вещание "Radio France International" на русском языке в 16.00 и в 19.00 согласно расписанию. Какая-либо информация об этом на сайте станции отсутствует (на момент подготовки материала к печати), в анонсах последних дней уходящего года тоже ничего не сообщалось. Между тем, в социальных сетях сотрудники радиостанции подтвердили факт прекращения вещания RFI на коротких волнах.

Хорошего приёма и 73!

Ламповый УКВ ЧМ-приёмник в стиле ретро

О. РАЗИН, г. Москва

В последнее время проявляется большой интерес к антикварной и ретро радиотехнической аппаратуре. Предметами коллекций становятся как экземпляры ретро радиоаппаратуры 40—60-х годов, так и настоящие антикварные аппараты 10—30-х годов прошлого века. Помимо коллекционирования оригинальных изделий, растёт интерес к коллекционированию и изготовлению так называемых реплик. Это весьма интересное направление радиолюбительского творчества, но для начала поясним значение этого термина.

Существуют три понятия: оригинал, копия и реплика того или иного антикварного изделия. Термин "оригинал" в описании не нуждается. Копия — это современное повторение какого-либо антикварного изделия, вплоть до мельчайших деталей, применяемых материалов, конструктивных решений и т. д. Реплика — это современное изделие, изготовленное в стиле изделий тех лет и, по возможности, с приближенными конструктивными решениями. Соответственно, чем ближе реплика к оригинальным изделиям по стилистике и деталировке, тем она ценнее.

Сейчас в продаже появилось много так называемых радиосувениров, в основном китайского производства, оформленных в виде ретро и даже антикварной радиоаппаратуры. К сожалению, при ближайшем рассмотрении видно, что ценность её невелика. Пластиковые ручки, крашеная пластмасса, в качестве материала корпуса — оклеенный плёнкой МДФ. Всё это говорит о весьма низкопробном изделии. Что касается их "начинки", то она, как правило, представляет собой печатную плату с современными интегральными элементами. Внутренний монтаж таких изделий в плане качества тоже оставляет желать лучшего. Единственное "достоинство" этих изделий — невысокая цена. Поэтому они могут представлять интерес разве что для тех, кто, не вдаваясь в технические тонкости или попросту не понимая их, хочет иметь у себя на столе в кабинете недорогую "прикольную вещь".

В качестве альтернативы хочу представить конструкцию приёмника, которая вполне отвечает требованиям интересной и качественной реплики. Это — сверхрегенеративный ламповый УКВ ЧМ-приёмник (**рис. 1**), работающий в диапазоне частот 87...108 МГц. Он собран на радиолампах октальной серии, поскольку применить в этой конструкции лампы со штифтовым цоколем, более старые и подходящие по стилю, не представляется возможным по причине высокой рабочей частоты приёмника.

Бронзовые клеммы, ручки управления и латунные шильдики являются точной копией тех, которые применялись в изделиях 20-х годов прошлого века. Некоторые элементы фурнитуры и оформления — оригинальные. Все радиолампы приёмника открыты, кроме тех, которые работают в высокочастотных каскадах. На них надеты полированные латунные экраны. Все надписи выполнены на немецком языке. Корпус приёмника изготовлен из массива бука. Монтаж, за исключением некоторых высокочастотных узлов, также выполнен в стиле, максимально приближённом к оригинальному тех лет.



Рис. 1

На переднюю панель приёмника выведены выключатель питания (ein/aus), ручка установки частоты (Freq. Einst.), частотная шкала со стрелочным указателем настройки. На верхнюю панель выведены регулятор громкости (Lautst.) — справа и регулятор чувствительности (Empf.) — слева. Также на верхней панели расположен стрелочный вольтметр, подсветка шкалы которого является индикацией включения питания приёмника. На левой стороне корпуса расположены клеммы для подключения антенны (Antenne), а на правой — клеммы для подключения внешнего классического или рупорного громкоговорителя (Lautsprecher).

Сразу хочу отметить, что дальнейшее описание устройства приёмника, несмотря на наличие чертежей всех деталей, носит ознакомительный характер, поскольку повторение подобной конструкции доступно опытным радиолюбителям, а также предполагает наличие определённого дерево- и металлообрабатывающего оборудования. К тому же не все элементы являются стандартными и покупными. Вследствие этого некоторые монтажные размеры могут отличаться от приведённых на чертежах, поскольку зависят от тех элементов, которые окажутся в наличии. Тем же, кто захочет повторить данный приёмник "один в один" и кому будет необходима более подробная информация о конструкции тех или иных деталей, по сборке и монтажу, предлагаются чертежи, а также возможность задать вопрос непосредственно автору.

Схема приёмника показана на **рис. 2**. Антенный вход рассчитан на подключение симметричного кабеля снижения УКВ-антенны. Выход рассчитан на подключение громкоговорителя с сопротивлением 4—8 Ом. Приёмник собран по схеме 1-V-2 и содержит УВЧ на пентоде VL1, сверхрегенеративный детектор и предварительный УЗЧ на двойном триоде VL3, оконечный УЗЧ на пентоде VL6 и блок питания на трансформаторе T1 с выпрямителем на кенотроне VL2. Питается приёмник от сети 230 В.

УВЧ представляет собой диапазонный усилитель с разнесённой настройкой контуров. Его задачи — усиление высокочастотных колебаний, поступающих с антенны, и предотвращение проникновения в неё и излучения в эфир собственных высокочастотных колебаний сверхрегенеративного детектора. УВЧ собран на высокочастотном пентоде 6AC7 (аналог — 6Ж4). Связь антенны с входным контуром L2C1 осуществляется с помощью катушки связи L1. Входное сопротивление каскада — 300 Ом. Входной контур в сеточной цепи лампы VL1 настроен на частоту 90 МГц. Настройка осуществляется подбором конденсатора C1. Контур L3C4 в анодной цепи лампы VL1 настроен на частоту 105 МГц. Настройка осуществляется подбором конденсатора C4. При такой настройке контуров максимальное усиление УВЧ — около 15 дБ, а неравномерность АЧХ в диапазоне частот 87...108 МГц — около 6 дБ. Связь с последующим каскадом (сверхрегенеративным детектором) осуществляется с помощью катушки связи L4. С помощью переменного резистора R3 можно менять напряжение на экранной сетке лампы VL1 от 150 до 20 В и тем самым изменять коэффициент передачи

тел. 607-88-18

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2

УВЧ от 15 до –20 дБ. Резистор R1 служит для автоматического формирования напряжения смещения (2 В). Конденсатор C2, шунтирующий резистор R1, устраняет обратную связь по переменному току. Конденсаторы C3, C5 и C6 — блокировочные. Напряжения на выводах лампы VL1 указаны для верхнего по схеме положения движка резистора R3.

Сверхрегенеративный детектор собран на левой половине двойного триода VL3 6SN7 (аналог — 6Н8С). Контур сверхрегенератора образован катушкой индуктивности L7 и конденсаторами C10 и C11. Переменный конденсатор C10 служит для перестройки контура в диапазоне 87...108 МГц, а конденсатор C11 — для "укладки" границ этого диапазона. В сеточной цепи триода сверхрегенеративного детектора включён так называемый "гридлик", образованный конденсатором C12 и резистором R6. Подборкой конденсатора C12 устанавливают частоту гашения около 40 кГц. Связь контура сверхрегенератора с УВЧ осуществляется с помощью катушки связи L5. Напряжение питания анодной цепи сверхрегенератора поступает на отвод контурной катушки L7. Дроссель L8 — нагрузка сверхрегенератора по высокой частоте, дроссель L6 — по низкой. Резистор R7 совместно с конденсаторами C7 и C13 образуют фильтр в цепи питания, конденсаторы C8, C14, C15— блокировочные. Сигнал ЗЧ через конденсатор C17 и ФНЧ R11C20 с частотой среза 10 кГц поступает на вход предварительного УЗЧ.

Предварительный УЗЧ собран на правой (по схеме) половине триода VL3. В катодную цепь включены резистор R9 для автоматического формирования напряжения смещения (2,2 В) на сетке и дроссель L10, который снижает усиление на частотах выше 10 кГц и служит для предотвращения проникновения импульсов гашения сверхрегенератора в оконечный УЗЧ. С анода правого триода VL3 через разделительный конденсатор C16 сигнал ЗЧ поступает на переменный резистор R13, выполняющий функцию регулятора громкости.

Оконечный УЗЧ собран на мощном пентоде VL6 6F6G (аналог — 6Ф6С). Низкочастотный сигнал на сетку этой лампы поступает с переменного резистора R13. В катодной цепи VL6 включён резистор R15, служащий для автоматического формирования напряжения смещения 17 В. Для устранения отрицательной обратной связи по переменному току резистор R15 зашунтирован конденсатором C21. Для согласования с низкоомной динамической головкой в анодной цепи лампы VL6 установлен выходной трансформатор T2 с коэффициентом трансформации по напряжению 36:1. При подключении динамической головки сопротивлением 4 Ом эквивалентное сопротивление нагрузки пентода VL6 — около 5 кОм. Анодная обмотка выходного трансформатора зашунтирована конденсатором C22, служащим для выравнивания сопротивления нагрузки лампы VL6, которое увеличивается на высоких частотах из-за паразитной индуктивности рассеяния выходного трансформатора.

Блок питания обеспечивает питанием все узлы приёмника: переменное напряжение 6,3 В — для питания накала ламп, постоянное нестабилизированное напряжение 250 В — для питания анодных цепей УВЧ и оконечного УЗЧ. Выпрямитель собран по двухполупериодной схеме на кенотроне VL2 5V4G (аналог — 5Ц4С). Пульсации выпрямленного напряжения сглаживает фильтр C9L9C18. Напряжение питания сверхрегенератора и предварительного УЗЧ стабилизировано параметрическим стабилизатором на резисторе R14 и газоразрядных стабилитронах VL4 и VL5 VR105 (аналог — СГ-3С). RC-фильтр R12C19 дополнительно подавляет пульсации напряжения и шумы стабилитронов.

Конструкция и монтаж. Элементы УВЧ монтируют на основном шасси приёмника вокруг ламповой панели. Для предотвращения самовозбуждения каскада сеточные и анодные цепи разделе-

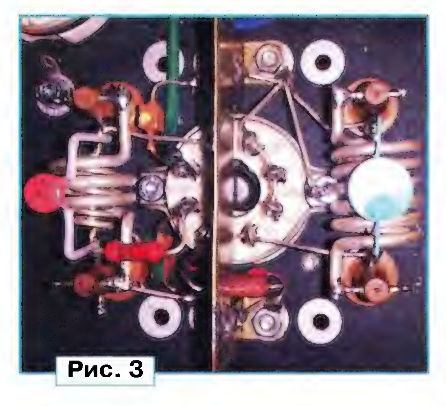


Рис. 3

ны латунным экраном. Катушки связи и контурные катушки бескаркасные и смонтированы на текстолитовых монтажных стойках (**рис. 3** и **рис. 4**). Катушки L1 и L4 намотаны посеребрённым проводом диаметром 2 мм на оправке диаметром 12 мм с шагом 3 мм.

L1 содержит 6 витков с отводом посередине, а L4 — 3 витка. Контурные катушки L2 (6 витков) и L3 (7 витков) намотаны посеребрённым проводом диаметром 1,2 мм на оправке диаметром 5,5 мм, шаг намотки — 1,5 мм. Расположены контурные катушки внутри катушек связи.

Напряжение экранной сетки лампы VL1 контролирует стрелочный вольтметр, размещённый на верхней панели приёмника. Вольтметр реализован на миллиамперметре с током полного отклонения 2,5 мА и добавочном резисторе R5. Сверхминиатюрные лампы подсветки шкалы EL1 и EL2 (СМН6,3-20-2) размещены внутри корпуса миллиамперметра.

Элементы сверхрегенеративного детектора и предварительного УЗЧ смонтированы в отдельном экранированном блоке (**рис. 5**) с применением стандартных монтажных стоек (СМ-10-3). Конденсатор переменной ёмкости C10 (1КПВМ-2) закреплён на стенке блока с помощью клея и текстолитовой втулки. Конденсаторы C7, C8, C14 и C15 проходные серии КТП. Через конденсаторы C7 и C8 подключён дроссель L6. Питающее напряжение в экранированный блок поступает через конденсатор C15, а напряжение накала — через конденсатор C14. Оксидный конденсатор C19 — К50-7, дроссель L8 — ДПМ2.4. Дроссель L6 — самодельный, он намотан в двух секциях на магнитопроводе Ш14×20 и содержит 2×8000 витков провода ПЭТВ-2 0,06. Поскольку дроссель чувствителен к электромагнитным наводкам (в частности, от элементов блока питания), он смонтирован на стальной пластине над УВЧ (**рис. 6**) и закрыт стальным экраном. Его подключают экранированными проводами. Оплётку соединяют с корпусом блока сверхрегенератора. Для изготовления дросселя L10 применён броневой магнитопровод СБ-12а проницаемостью 1000, на его каркасе намотана обмотка — 180 витков провода ПЭЛШО 0,06. Катушки L5 и L7 намотаны посеребрённым проводом диаметром 0,5 мм с шагом 1,5 мм, на ребристом керамическом каркасе диаметром 10 мм, который приклеен с применением текстолитовой втулки в отверстие ламповой панели. Катушка индуктивности L7 содержит 6 витков с отводом от 3,5 витка, считая от верхнего по схеме вывода, катушка связи L5 — 1, 5 витка.


Рис. 4

Экранированный блок закреплён на основном шасси приёмника с помощью резьбового фланца. Соединение конденсатора C16 и резистора R13 выполнено экранированным проводом с заземлением экранирующей оплётки около резистора R13. Вращение ротора конденсатора C10 осуществляется с помощью текстолитовой оси. Для обеспечения необходимой прочности и износостойкости шлицевого соединения оси и конденсатора C10 в оси сделан пропил, в который вклеена пластина из стеклотекстолита. Один конец пластины заточен так, чтобы он плотно входил в шлиц конденсатора C10. Фиксация оси и прижим её к шлицу конденсатора осуществляются с помощью пружинной шайбы, проложенной между втулкой кронштейна и ведомым шкивом, зафиксированным на оси (**рис. 7**).

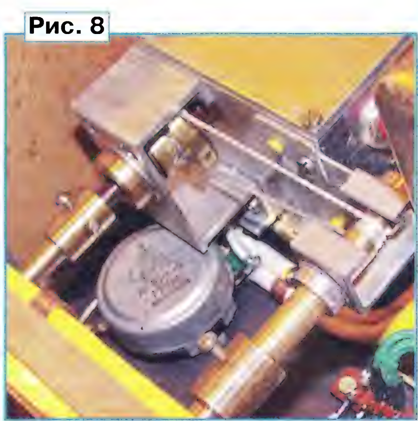

Рис. 5


Рис. 6


Рис. 7

Верньер собран на двух кронштейнах, закреплённых на передней стенке экранированного блока сверхрегенератора (**рис. 8**). Кронштейны либо можно изготовить самостоятельно, по прилагаемым чертежам, либо использовать стандартный алюминиевый профиль с небольшими доработками. Для передачи вращения применена капроновая нить диаметром 1,5 мм. Можно применить "суровую" сапожную нить того же диаметра. Один конец нити крепят непосредственно на одном из штифтов ведомого шкива, а другой — на другом штифте через натяжную пружину. В проточке ведущей оси верньера сделаны три витка нити. Ведомый шкив фиксируют на оси так, чтобы в среднем положении переменного конденсатора C10 торцевое отверстие для нити было расположено диаметрально противоположно относительно ведущей оси верньера. На обе оси надеты удлинительные насадки, закреплённые на них стопорными винтами. На насадке ведущей оси установлена ручка настройки частоты, а на насадке ведомой — стрелочный указатель шкалы.

Большинство элементов оконечного УЗЧ монтируют на выводах ламповой панели и монтажных стойках. Выходной трансформатор T2 (ТВЗ-1-9) установлен на дополнительном шасси и сориентирован под углом 90° по отношению к магнитопроводу дросселя L9 блока питания. Соединение управляющей сетки лампы VL6 с движком резистора R13 выполнено экранированным проводом с заземлением экранирующей оплётки около этого резистора. Оксидный конденсатор C21 — К50-7.


Рис. 8

Блок питания (кроме элементов L9, R12 и R14, которые закреплены на дополнительном шасси) смонтирован на основном шасси приёмника. Дроссель L9 унифицированный — Д31-5-0,14, конденсатор C9 — МБГО-2 с фланцами для крепления, оксидные конденсаторы

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

С18, С19 — К50-7. Для изготовления трансформатора Т1 с габаритной мощностью 60 В·А применён магнитопровод Ш20×40. Трансформатор снабжён металлическими штампованными крышками. На верхней крышке установлена панель кенотрона VL2 вместе с латунной декоративной насадкой (**рис. 9**). На нижней крышке установлена монтажная колодка, куда выведены необходимые выводы обмоток трансформатора и вывод катода кенотрона. Крепится силовой трансформатор к основному шасси шпильками, стягивающими его магнитопровод. Гайками шпилек являются четыре резьбовые стойки, на которых закреплено дополнительное шасси (**рис. 10**).

Весь монтаж приёмника (**рис. 11**) проводится медным одножильным проводом диаметром 1,5 мм, помещённым в матерчатую лакированную трубку различного цвета. Её концы фиксируют с помощью капроновой нити или отрезками термоусаживаемой трубки. Собранные в жгуты монтажные провода соединяют между собой медными скобами.

Перед монтажом трансформатор Т1 и конденсаторы С13, С18, С19 и С21 окрашивают из краскопульта краской "Hammerite молотковая чёрная". Силовой трансформатор красят в стянутом состоянии. При покраске конденсаторов необходимо защитить нижнюю часть их металлического корпуса, которая прилегает к шасси. Для этого перед покраской конденсаторы можно, например, закрепить на тонком листе фанеры, картона или другого подходящего материала. У силового трансформатора перед покраской необходимо снять декоративную латунную насадку и защитить малярным скотчем от краски панель кенотрона.

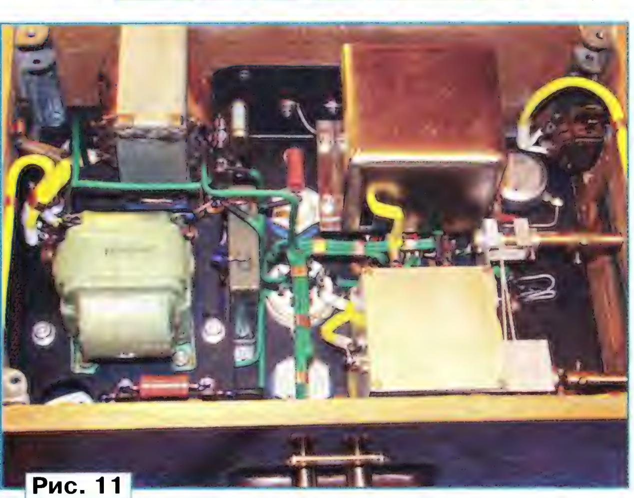
Корпус приёмника деревянный и изготовлен из массива бука. Боковые стенки соединены с помощью шипового соединения с шагом 5 мм. В передней части корпуса сделано занижение для размещения лицевой панели. В боковых и задней стенках корпуса сделаны прямоугольные отверстия. Наружные края отверстий обработаны кромочной радиусной фрезой. На внутренних краях отверстий сделаны занижения для крепления панелей. В боковых отверстиях корпуса закреплены панели с контактными входными и выходными клеммами, а в заднем — декоративная решётка. Верхняя и нижняя части корпуса также изготовлены из массива бука и обработаны по краям кромочными фрезами. Все деревянные части тонированы морилкой оттенка "мокко", загрунтованы и лакированы профессиональными лакокрасочными материалами (ЛКМ) фирмы Votteler с промежуточными шлифовками и полировкой согласно прилагаемой к данным ЛКМ инструкции.

Лицевая панель окрашена краской "Hammerite чёрная гладкая" с помощью технологии, дающей крупную явно выраженную шагрень (крупнокапельное распыление на разогретую поверхность).


Рис. 9



Рис. 10


Рис. 11

Лицевая панель закреплена на корпусе приёмника латунными винтами-саморезами соответствующих размеров с полукруглой головкой и прямым шлицом. Подобный латунный крепёж имеется в некоторых магазинах, торгующих скобяными изделиями. Все шильдики заказные и изготовлены на станке с ЧПУ лазерной гравировкой на латунных пластинах толщиной 0,5 мм. На лицевую панель их крепят с помощью винтов М2, а на деревянную панель — латунными винтами-саморезами.

После сборки приёмника и проверки монтажа на наличие возможных ошибок можно приступать к регулировке. Для этого потребуются высокочастотный осциллограф с верхней граничной частотой не менее 100 МГц, измеритель ёмкости конденсаторов (от 1 пФ) и в идеальном случае — анализатор спектра с максимальной частотой не менее 110 МГц и выходом генератора качающейся частоты (ГКЧ). При наличии в анализаторе спектра выхода ГКЧ на нём можно наблюдать АЧХ исследуемых объектов. Подобным прибором является, например, анализатор СК4-59. При отсутствии такового потребуется генератор ВЧ с соответствующим частотным диапазоном.

Правильно собранный приёмник начинает работать сразу, но требует регулировки. Сначала проверяют блок питания. Для этого из панелей вынимают лампы VL1, VL3 и VL6. Затем параллельно конденсатору С18 подключают нагрузочный резистор сопротивлением 6,8 кОм и мощностью не менее 10 Вт. После включения блока питания и прогрева кенотрона VL2 должны засветиться газоразрядные стабилитроны VL4 и VL5. Далее измеряют напряжение на конденсаторе С18. При ненагруженной накальной обмотке оно должно быть несколько выше указанного на схеме — около 260 В. На аноде стабилитрона VL4 напряжение должно быть около 210 В. Переменное напряжение накала радиоламп VL1, VL3 и VL6 (при их отсутствии) — около 7 В. Если все приведённые выше величины напряжений в норме, проверку блока питания можно считать законченной.

Отпаивают нагрузочный резистор и устанавливают на свои места лампы VL1, VL3 и VL6. Движок регулятора чувствительности (резистора R3 устанавливают в верхнее по схеме положение, а регулятор громкости (резистор R13) — в положение минимальной громкости. К выходу (клеммы ХТ3, ХТ4) подключают динамическую головку сопротивлением 4...8 Ом. После включения приёмника и прогрева всех радиоламп проверяют напряжения на их электродах в соответствии с указанными на схеме. При увеличении громкости поворотом резистора R13 в громкоговорителе должен быть слышен характерный высокочастотный шум работы сверхрегенератора. Прикосновение к антенным клеммам должно сопровождаться усилением шума, что свидетельствует об исправной работе всех каскадов приёмника.

Налаживание начинают со сверхрегенеративного детектора. Для этого с лампы VL3 снимают экран и наматывают на её баллон катушку связи — два витка тонкого изолированного монтажного провода. Затем устанавливают экран обратно, выпустив концы провода через верхнее отверстие экрана и подключив к ним щуп осциллографа. При правильной работе сверхрегенератора на экране осциллографа будут видны характерные вспышки высокочастотных колебаний (**рис. 12**). Подборкой конденсато-

РАДИО® РАДИОПРИЁМ
Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2015

ра C12 необходимо добиться частоты следования вспышек около 40 кГц. При перестройке приёмника во всём диапазоне частота следования вспышек не должна заметно изменяться. Затем проверяют диапазон перестройки сверхрегенератора, который и определяет диапазон перестройки приёмника, и при необходимости корректируют его. Для этого вместо осциллографа к концам обмотки связи подключают анализатор спектра. Подборкой конденсатора C11 укладывают границы диапазона — 87 и 108 МГц. Если они сильно отличаются от указанных выше, необходимо немного изменить индуктивность катушки L7. На этом настройку сверхрегенератора можно считать законченной.

После регулировки сверхрегенератора удаляют катушку связи с баллона лампы VL3 и переходят к налаживанию УВЧ. Для этого необходимо отпаять провода, идущие к дросселю L6, а сам дроссель и пластину, на которой он закреплён (см. рис. 6), снять с шасси. Так будет открыт доступ к монтажу УВЧ и отключён каскад сверхрегенератора. Отключение сверхрегенератора необходимо, чтобы его собственные колебания не мешали настройке УВЧ. К одному из крайних и среднему выводам катушки индуктивности L1 подключают выход ГКЧ анализатора спектра (или выход генератора ВЧ). К катушке связи L4 подключают вход анализатора спектра или осциллограф. Следует напомнить, что подключение приборов к элементам приёмника необходимо производить коаксиальными кабелями минимальной длины, разделанными с одной стороны под пайку. Концы разделки этих кабелей должны быть как можно короче и припаяны непосредственно к выводам соответствующих элементов. Использовать для подключения приборов осциллографические щупы, как это часто делается, категорически не рекомендуется.

Подборкой конденсатора C1 настраивают входной контур УВЧ на частоту 90 МГц, а выходной контур подбор-

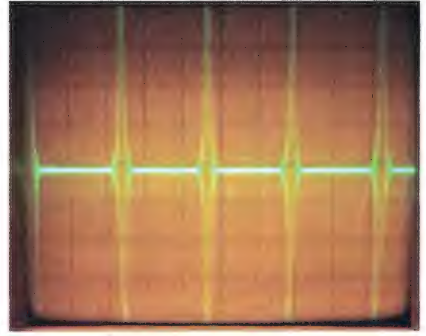


Рис. 12

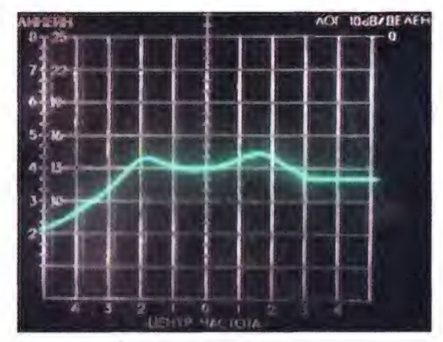


Рис. 13

кой конденсатора C4 — на частоту 105 МГц. Это удобно сделать, заменив на время соответствующие конденсаторы малогабаритными подстроечными. Если используется анализатор спектра, настройку выполняют, наблюдая реальную АЧХ на экране анализатора (**рис. 13**). Если применены генератор ВЧ и осциллограф, сначала настраивают входной контур, а затем выходной по максимальной амплитуде сигнала на экране осциллографа. По окончании настройки необходимо осторожно отпаять подстроечные конденсаторы, измерить их ёмкость и подобрать постоянные конденсаторы с такой же ёмкостью. Затем необходимо заново проверить АЧХ каскада УВЧ. На этом налаживание приёмника можно считать законченным. Необходимо вернуть на место и подключить дроссель L6, проверить работу приёмника во всём частотном диапазоне.

Работу приёмника проверяют, подключив на вход (клеммы XT1, XT2) антенну, а к выходу — громкоговоритель. Следует иметь в виду, что сверхрегенеративный детектор может принимать ЧМ-сигналы только на склонах резонансной кривой своего контура, поэтому на каждую станцию будут две настройки.

Если в качестве громкоговорителя предполагается использовать аутентичный рупор производства 20-х годов прошлого века, его подключают к выходу приёмника через повышающий трансформатор с коэффициентом трансформации по напряжению около 10. Можно поступить иначе, включив капсюль рупора непосредственно в анодную цепь лампы VL6. Именно так их подключали в приёмниках в 20-е и 30-е годы. Для этого выходной трансформатор T2 удаляют и заменяют клеммы XT3 и XT4 гнездом "Jack" 6 мм. Распайку гнезда и штекера шнура рупора необходимо сделать так, чтобы анодный ток лампы, проходя по катушкам капсюля рупора, усиливал магнитное поле его постоянного магнита.

От редакции. *Чертежи (в авторском исполнении) отдельных элементов приёмника находятся по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/03/UKW.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. *Часть 7*

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Тракт второй ПЧ 455 кГц

Большинство вещательных радиостанций выдерживают точную частоту передачи, да и радиолюбители вечерние беседы любят проводить на "ровных" килогерцах. Хотелось бы, чтобы и наш приёмник мог сразу, без дополнительной подстройки, попасть на них с высокой точностью. У многих владельцев приёмника S-2000 (и аналогичных) не без основания складывается впечатление, что приёмник этого и не делает и остаётся какая-то "мелочь" не настроенной доли килогерца. В этом разделе мы начинаем объёмные работы по частотной настройке приёмника. И владельцам родственных приёмников стоит подключиться к нам. Без ранее обсуждённого измерителя АЧХ и точного частотомера вам делать тут нечего, кроме того, в S-2000 должна быть доработана АРУ.

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2014, № 9—12; 2015, № 1, 2

Во всех узлах приёмника S-2000 (и родственных), определяющих частоту приёма, применены кварцевые или пьезокерамические частотозадающие элементы, которые в небольших пределах можно подстраивать по частоте. Но есть одно исключение — пьезофильтр во второй ПЧ на 455 (или 450) кГц. При получении наилучшей формы АЧХ, а именно это определяет качество звука, у них нет вариантов для подстройки центральной частоты. Разработчик наших приёмников не учёл в технологии налаживания тот факт, что эти фильтры поставляются с допуском ±1 кГц по центральной частоте и к тому же ещё не менее ±1 кГц по полосе пропускания. Это значит, что вместо заявленного фильтра NARROW (WIDE) на частоту 455 кГц с полосой пропускания 4 (6) кГц реально может быть фильтр с полосой пропускания 4...6 (6...9) кГц и центральной частотой 454...456 кГц. Поэтому несложно предположить, что фильтры в вашем приёмнике с высокой вероятностью не "впишутся" в частотную сетку с шагом 1 кГц, и для решения проблемы потребуется индивидуальный подход.

Будем исходить из того, что пьезофильтры во второй ПЧ в заводской комплектации желательно оставить, поскольку приобрести новые с желаемыми параметрами не так просто. Чтобы разобраться в конкретной ситуации, сначала проведём настройку их АЧХ по критерию наилучшей формы (трапеция) и определим основные параметры: верхнюю ($F_в$), нижнюю ($F_н$) граничные частоты и полосу пропускания по уровню −3 дБ (ΔF_{-3}) или −6 дБ (ΔF_{-6}), а также центральную частоту (F_0) обоих фильтров.

Часто в радиолюбительских конструкциях в тракте ПЧ встречаются

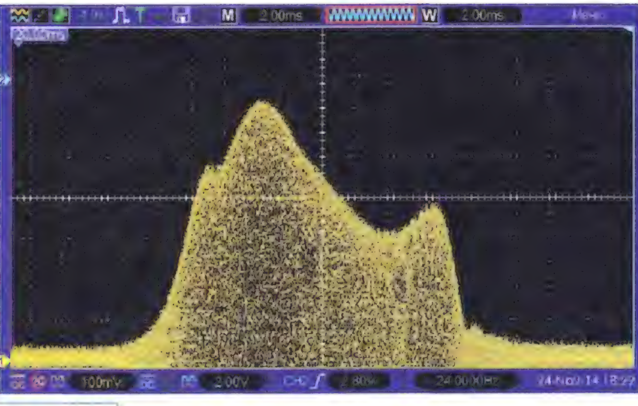


Рис. 7.1

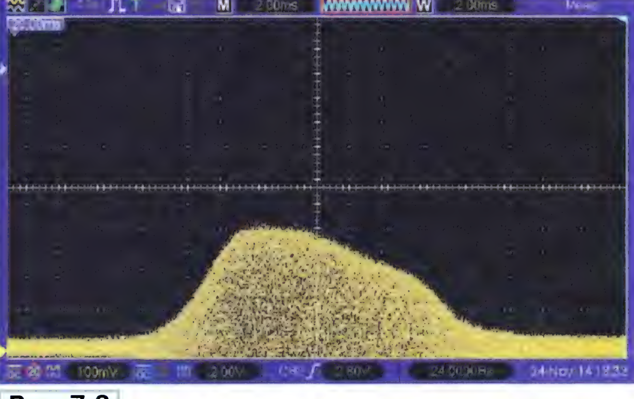


Рис. 7.2

фильтры с неправильными настройками, у которых АЧХ настолько искажена, что для начала работ по налаживанию потребуется определить эти параметры по уровню –10 дБ или даже ниже. Такой была исходная АЧХ пьезофильтра (**рис. 7.1**) в тракте SSB моего приёмника выпуска 2011 г. (центр экрана — 456,2 кГц, разрешение — 0,5 кГц/дел). Между пиком на частоте 455,2 кГц и провалом на частоте 457,2 кГц — 6 дБ! Полоса пропускания по уровню –6 дБ ΔF_6 = 4 кГц и смещена к 454...458 кГц, т. е. центральная частота на пределе допуска — 456 кГц! При полностью открытом транзисторе 1Q10 (заводской вариант ручной регулировки RF-GAIN) перепад в АЧХ достигал 10 дБ.

После доработки в моём S-2000 системы АРУ по второму варианту и первичной настройке на слух получена АЧХ пьезофильтра, показанная в том же масштабе на **рис. 7.2** (F_0 = 455,9 кГц; ΔF_6 = 4 кГц). Согласующий резистор 1,8 кОм внёс дополнительное затухание 5 дБ по сравнению с заводской схемой, но АЧХ стала ровнее.

Рис. 7.3

Измерение АЧХ тракта второй ПЧ

При измерениях АЧХ тракта второй ПЧ мы используем УПЧ в микросхеме TA2057 между выводами 21 (вход УПЧ) и 18 (выход УПЧ), что упростит процедуру и приблизит условия эксперимента к реальным. Схема проведения измерений показана на **рис. 7.3**. АРУ отключим, соединив с общим проводом вывод 7 микросхемы TA2057. К выходу УПЧ припаяем разделительный конденсатор C″ (2,2 нФ и более), а за ним нагрузку — резистор R″ сопротивлением 27 кОм. Размах входного сигнала УПЧ должен быть 1...1,8 мВ. При этом выходной сигнал будет на уровне 60...100 % от максимума неискажённого сигнала — это важное условие измерения АЧХ! Сигнал с выхода ГКЧ подают через резистор R′ сопротивлением 39...62 кОм и разделительный конденсатор C′ ёмкостью более 2,2 нФ. Приёмник настраивают на частоту не выше 5 МГц, аттенюатор в положение "–20 дБ", режим внешней антенны, но без её подключения, режим SSB, регулятор "RF-GAIN" в положении минимального усиления. Всё это нужно для того, чтобы со стороны смесителя не было мешающего сигнала, но он находился в активном режиме.

Подключив измерительные приборы, устанавливают рекомендованный выше уровень сигнала на входе УПЧ микросхемы TA2057 и контролируют сигнал на его выходе — сигнал не должен ограничиваться. Сначала с помощью LC-контура 1T1 настраивают АЧХ узкополосного фильтра (NARROW) с целью получения максимально плоской вершины. В идеале эта настройка совпадает с настройкой на максимум амплитуды, расхождения до 30 % по достигаемому максимуму амплитуды допустимы. Затем измеряют крайние частоты полосы пропускания ($F_в$ и $F_н$) на уровне –3 дБ (перепроверить при ручном управлении частотой генератора!) и вычисляют центральную частоту $F_0 = (F_в + F_н)/2$. Подобные записи храним в коробке для мелких деталей, появившихся после разборки приёмника. Аналогично проводят измерение АЧХ широкополосного фильтра (WIDE). Возможно, настройки LC-контура 1T1 будут сильно отличаться, тогда придётся подстроить АЧХ обоих фильтров с компромиссом. При этом следует отдать предпочтение ровной вершине узкополосного фильтра, так как это сказывается на одинаковом звучании в режимах LSB/USB, а при приёме АМ-сигналов неравномерность АЧХ до 6 дБ почти незаметна для нашего слуха, поскольку спектр АМ-сигнала симметричен.

Расхождение по центральной частоте пьезофильтров одного приёмника не должно превышать 500 Гц (полушаг перестройки ФАПЧ). Но разница 300 Гц уже заметна опытному слушателю при приёме SSB-станций (или узкополосной АМ) и последующем переключении на широкий фильтр. При большом расхождении рекомендуется купить не менее пяти—десяти фильтров CFU455-H (-HT, иногда -G имеют ширину полосы пропускания 8...9 кГц) из одной партии и выбрать из них самые "правильные" по форме АЧХ и центральной частоте. Измерение проводят по схеме резистивного согласования, о котором сказано далее.

Конвейерное производство на подстройке контура 1T1 вынуждено будет остановиться, а в домашней лаборатории только начинается "волшебство". Но для этого надо "погрузиться" в почти забытое старое.

Пьезофильтры

Одна из основных задач радиоприёмного устройства — выделить (отфильтровать) полезный сигнал с минимальными искажениями его спектра и максимально подавить другие сигналы и шум с целью получения наилучшего соотношения сигнал/шум. Поэтому ширина полосы пропускания ΔF_{-3} должна максимально соответствовать ширине спектра принимаемого сигнала, при этом ширина полосы гарантированного заграждения должна быть как можно меньше, например, её обычно указывают как полосу пропускания по уровню –40 дБ (ΔF_{-40}). Коэффициент прямоугольности $K_{40/-3} = \Delta F_{-40}/\Delta F_{-3}$ в идеале должен быть близок к единице. На практике в бытовой технике обычно $K_{-40/-3} = 2$, в профессиональной аппаратуре для приёма SSB-сигналов $K_{-40/-3} < 1,2$. Когда

в середине 20-го века разработчики радиоприёмной аппаратуры стали увеличивать число усилительных каскадов, они между лампами поставили двухконтурные LC-фильтры. Расчёты, изготовление и настройка таких фильтров просты, подавление удалённых по частоте сигналов получалось отличное. Но в такой конфигурации усиление по тракту растёт быстрее, чем избирательность по соседнему каналу, и уже первые каскады могут войти в ограничение под воздействием мощного сигнала, расположенного рядом. Поэтому начали внедрять многоконтурные фильтры сосредоточенной селекции и тем самым разделили в тракте ПЧ функцию канальной избирательности и усиления. Из конструкций военного назначения конца 50-х годов прошлого века известны примеры фильтров с десятью связанными LC-контурами. При полном соблюдении технологии (сложные схемы намоток, специальные провода и каркасы, стабильные ферритовые материалы, экранировка и регулярная корректировка старения) были достигнуты очень высокие показатели и коэффициенты прямоугольности, как в кварцевых фильтрах. Но производство стоило дорого, а плохая долговременная стабильность требовала регулярной проверки и настройки в мастерской. В вещательных приёмниках в итоге ограничились фильтрами из 3...5 LC-контуров, а профессионалы стали применять механические, кварцевые и ПАВ-фильтры. Но требовались хорошие бытовые приёмники, не полностью разграбляющие семейный бюджет, и в 70-е годы в бытовую и гражданскую радиотехнику широко вошли малогабаритные фильтры из пьезокерамики. Этот материал дёшев в изготовлении и обработке, на частотах от 0,2 до 20 МГц пьезокерамические резонаторы имеют удобный для производства размер, а их добротность на порядок выше добротности LC-контуров, и поэтому прямоугольность АЧХ бюджетного пьезофильтра на 455 кГц такая же хорошая, как у дорогого профессионального LC-фильтра. Из удачных западных разработок 70-х годов нам досталась классика: две основные серии пьезофильтров — серия CFW (фильтр на шести резонаторах) и серия CFU (на четырёх резонаторах) (**рис. 7.4**), а также советская серия ФП1П1-60-х, которую, кстати, часто недооценивают. Превосходные фильтры на 9...16 резонаторах фирмы MURATA для профессионального оборудования только случайно доступны и уже несколько лет сняты с массового производства. Они стали менее востребованы, поскольку цены на кварцевые фильтры резко уменьшились в 90-е годы, и стала бурно развиваться цифровая обработка сигналов (DSP) на низкой ПЧ.

Множество азиатских производителей производят под разными и похожими названиями эту "классику", появились и их собратья уменьшенных размеров для поверхностного (SMD) монтажа, но схемы не изменились. Интересен тот факт, что за последние 30 лет доступная сопровождающая документация стала хуже и однообразней, производители переписывают друг у друга ошибки. В практике применения пьезофильтров появились плохие примеры, неполноценные советы, которые мы найдём в публикациях на каждом шагу. Пора осветить тему, хотя бы в радиолюбительских конструкциях навести порядок и получить удовольствие от красивой АЧХ при работе с самодельной аппаратурой.

Обратите внимание, что в большинстве случаев в документации полоса пропускания ΔF_{-3} (или ΔF_{-6}) задаётся как "не менее". На практике у фильтров одной буквенной подгруппы только 10 % могут иметь такое значение, и придётся покупать партию из 5...10 штук, чтобы попался фильтр с такой узкой полосой пропускания. А может быть, крупный покупатель уже до вас "залез" в коробку к продавцу и отобрал все эти "дефицитные" изделия. Именно такое впечатление складывается после приобретения фильтров в российских магазинах. Что касается фильтров подгруппы -I на частоту 455 кГц с ΔF_3 = 4 кГц, то в 2014 г. найти их в продаже не удалось. Видимо, по причине несовершенного алгоритма отбраковки при производстве имеет место пересечение подгрупп. Это особенно наблюдается между подгруппами xxx-H и xxx-G, а также xxx-G и xxx-F. Кроме того, в последнее время на российских прилавках массово появились фильтры на частоту 455 кГц в подгруппе xxx-I с полосой пропускания 7...8 кГц, причём исключительно с "красивым" видом АЧХ. Предполагается, что это всего лишь ошибочная маркировка.

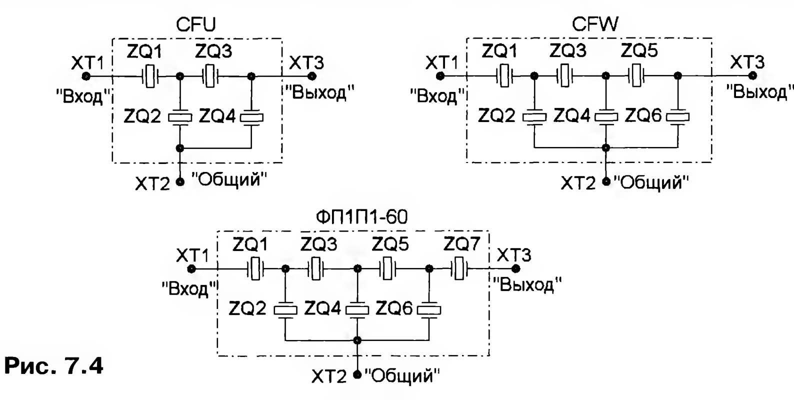


Рис. 7.4

Согласование пьезофильтров

Не только в S-2000, но и во многих других приёмниках со смесителями на микросхемах К174ХА2, К174ПС1 или MC1496 именно в неправильном согласовании пьезофильтра зачастую и кроется причина плохой работы. Схемы на NE602(612) менее критичны, хотя и там слепое доверие к простым решениям стоит исключить. Но и в документации на современные микросхемы можно найти плохую практику применения пьезофильтров.

Часто встречаются схемы, в которых пьезофильтр напрямую подключён к электродам транзистора или к выводам микросхем, общий вывод — на "землю" или к линии питания, в результате чего имеем постоянное напряжение на фильтре. Есть разные высказывания в литературе о таком решении. В проведённых мною испытаниях разных современных фильтров серий CFW и CFU подавались постоянное напряжение 0...20 В и двухчастотный сигнал 455 и 456 кГц (в другом испытании 465 и 475 кГц) размахом 1 В каждый. На выходе ожидалось появление комбинационного сигнала в полосе пропускания. Но при этом не было обнаружено паразитных сигналов до уровня −50 дБ, которые могли бы портить структуру полезного сигнала. Для этих видов керамики напряжённость поля до 100 В/м считается малосигнальной, резонаторы полумиллиметровой толщины хорошо с ней справляются.

С другой стороны, мой 25-летний опыт поиска неисправностей и ремонта приёмников показывает, что пьезофильтры выходят из строя в основном там, где на них поступает постоянное напряжение. При этом отказы всегда выражаются резким ростом затухания в полосе пропускания. Поэтому я рекомендую отказаться от экономии и предусматривать развязку пьезофильтров по постоянному току. Это касается и УКВ ЧМ-приёмников с пьезофильтрами на частоту 10,7 МГц, которые за десятилетия работы как будто устают и "слепнут". Однозначных разъяснений этому эффекту я не нашёл, предполагается, что причиной могут быть растущие дефекты в кристаллах и электрохимические реакции на электродах. Я считаю, что в фильтрах серий CFW, CFU и ФП1П1-60-х основная причина — контактно-механические проблемы, которые, видимо, под действием постоянного напряжения проявляются раньше.

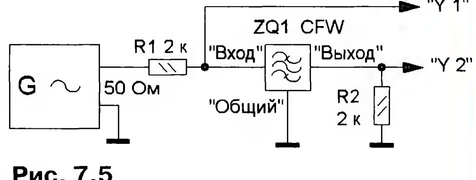


Рис. 7.5

Самая популярная схема согласования, она же и самая простая, резистивная (**рис. 7.5**). Я добавил второй канал измерения (Y1), чтобы разобраться с этим поподробнее. В документации на пьезофильтры указывается некоторое затухание сигнала в полосе пропускания, причём почти все производители дружно указывают 6 дБ, но без чёткого описания условий измерений. Из приведённой схемы понятно, что, даже поставив вместо фильтра перемычку,

затухание от генератора к выходу никак не может быть меньше 6 дБ (50 %). Первое измерение на примере случайно взятого LTCW455G (SMD из шести резонаторов) показывает (на **рис. 7.6**: жёлтый цвет — входной сигнал Y1, синий — выходной Y2, масштаб — 2 кГц/дел.), что разница между сигналами на выходе и входе составляет в среднем 25 % в полосе пропускания — это и есть потери (около 2 дБ) собственно в фильтре. Если читать паспорт на пьезофильтр дословно, то указанные потери 6 дБ я на практике не встречал, правда, если АЧХ имеет удовлетворительную форму.

сопротивления на входе и выходе фильтра, и паспортные значения 1,5...2 кОм редко оказываются оптимальными независимо от серии фильтра. Если схемные решения приёмника позволяют, стоит предусмотреть подгонку сопротивления в пределах от −30 до +100 % от номинального значения. В данном примере, кроме уменьшения неравномерности АЧХ, получаем меньшее затухание по напряжению(!) — всего 3,7 дБ вместо 7,2 дБ из-за высокого импеданса на выходе. А могло получиться и наоборот — затухание более 14 дБ, при этом АЧХ имеет наилучший вид.

женные "колена" — небольшие выбросы по краям полосы пропускания, что даёт "прозрачность" в звучании из-за лучшего прохождения высоких частот модуляции (до 3...3,5 кГц).

Подстройка АЧХ с помощью реактивных элементов

Когда в 60-х годах прошлого века разработали первое поколение пьезофильтров, резонаторы получались с большим разбросом, отсутствовали автоматизированные системы корректировки в производстве. В те годы даже

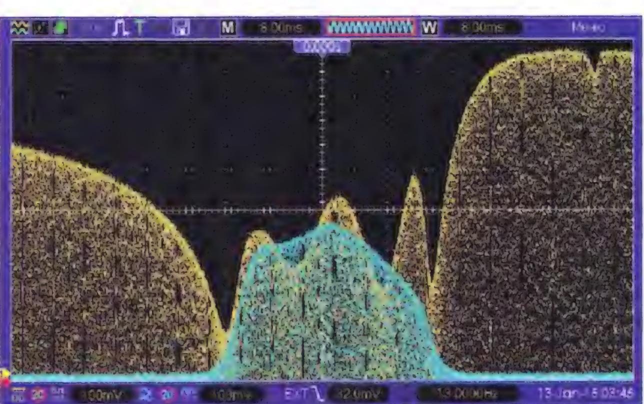


Рис. 7.6

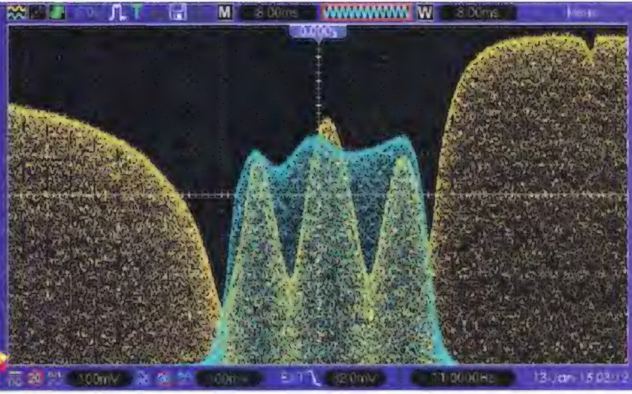


Рис. 7.7

Хорошо виден факт "отражения" сигнала вне полосы пропускания на входе. Там напряжение доходит до уровня генератора на холостом ходу. Это обстоятельство часто не учитывают в расчётах, что может вызывать искажения и снижение на 6 дБ динамического диапазона предыдущего усилителя (смесителя). А узкие резонансы с низким импедансом внутри полосы пропускания могут перегружать усилитель по току и вызвать искажения, особенно в каскадах с общим коллектором, если ток покоя слишком мал. При токе 100 мкА нелинейность достигает ±2,5 %. Это — основная причина "неисправимых" искажений при многосигнальной обстановке в приёмниках, где в УПЧ применены микросхемы NE604, NE614 с межкаскадным фильтром.

На пике выходной АЧХ затухание от генератора к выходу — около 7,2 дБ, это чуть больше идеального значения 6 дБ, а в среднем имеем 10 дБ. Далее мы видим, что генератор с внутренним сопротивлением 2 кОм внутри полосы пропускания нагружен сопротивлением не 2 кОм, а 750±500 Ом. Провалы в АЧХ на входе фильтра очень неравномерны, это объясняется влиянием "близких" ко входу резонаторов. У качественных профессиональных кварцевых фильтров из-за малых внутренних потерь эта АЧХ почти ровная и симметричная в полосе пропускания, и даже изменения нагрузки на выходе "чувствуются" на входе.

На **рис. 7.7** показана АЧХ того же фильтра, но с другими, оптимизированными для приёма сигналов АМ и DRM, согласующими резисторами. На входе — 1,8 кОм, на выходе — 7,2 кОм, неравномерность — около 1 дБ. На АЧХ влияют

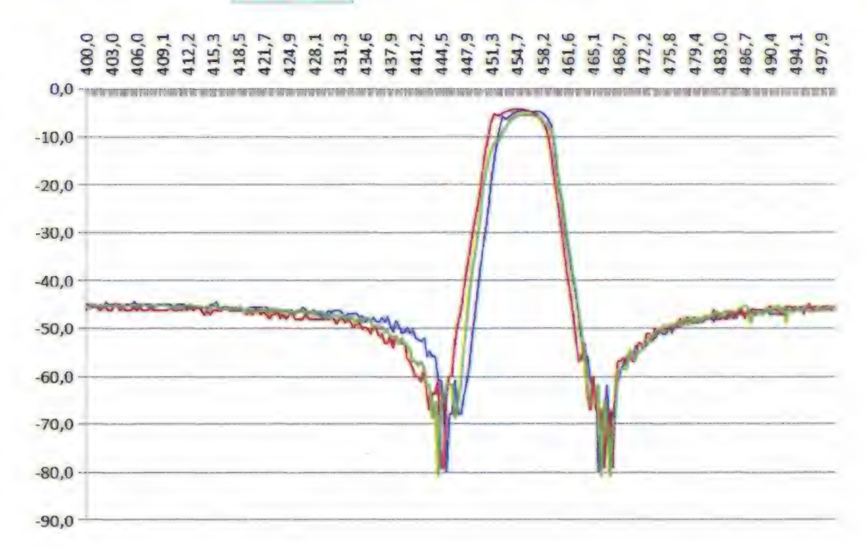


Рис. 7.8

Для наглядности изложенного материала я выбрал из большой партии фильтров LT455HTU три экземпляра разного качества. На **рис. 7.8** представлены их АЧХ для согласующих резисторов сопротивлением 2 кОм (по горизонтали — 10 кГц/см, по вертикали — 10 дБ/дел.). АЧХ условно хорошего фильтра (А) — синего цвета, среднего (Б) — красного и плохого (В) — зелёного. Если в нижней части АЧХ существенной разницы нет, то в верхней части видим сильное расхождение. Проведя ещё давно опыты быстрого переключения таких разных фильтров, я нашёл заметное изменение в звучании АМ-сигналов, всегда однозначно в пользу фильтра А. Причина этому — явно выра-

ВЧ-транзисторы имели значительные паразитные ёмкости. Поэтому фильтры того времени рассчитаны с "недостатком" ёмкостной части импеданса, т. е. для полноценной работы требовалось подключение внешних конденсаторов, и их надо было индивидуально подобрать в интервале 1...270 пФ (пример — фильтры серии SPF455-xx производства ГДР).

Современные пьезофильтры серий CFW и CFU рассчитаны на чисто резистивную нагрузку. По статистике для миллионных партий это правильно, но в конкретном изделии на входе или выходе может не хватать или ёмкостной или индуктивной составляющей. Для производства качественной аппаратуры

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

это — катастрофа, и намерение упростить производство превратится в инженерный кошмар, поскольку заранее не предугадать, какой элемент надо будет установить на входе или выходе. В итоге сейчас на конвейерах никто не подгоняет АЧХ пьезофильтров. Но поскольку на практике это возможно и результат получается "красивым", это подходит нам для доработки. Схема коррекции АЧХ с помощью конденсатора или катушки индуктивности показана на **рис. 7.9**.

Результат простой коррекции АЧХ наших трёх фильтров LT455HTU показан

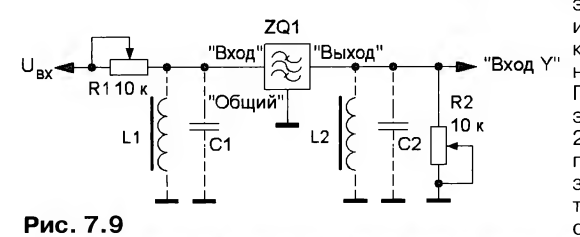


Рис. 7.9

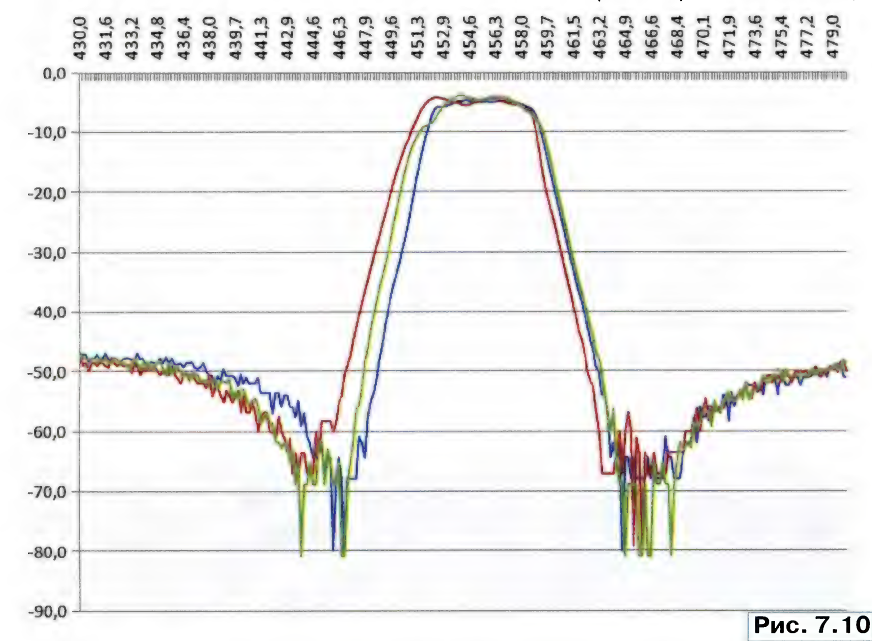


Рис. 7.10

на **рис. 7.10**. Он заметно лучше резистивного варианта на 2 кОм. Элементы согласования для фильтра А: R1 = 2 кОм, R2 = 2 кОм, C2 = 82 пФ; для фильтра Б: R1 = 2,2 кОм, L1 — 1 мГн, R2 = 3 кОм; для фильтра В: R1 = 1,8 кОм, R2 = 3 кОм, C2 = 82 пФ.

В приёмнике S-2000 (как и во многих других) в качестве нагрузки второго смесителя применён LC-контур (L = 680 мкГн, C = 180 пФ), который имеет высокое резонансное сопротивление (не менее 200 кОм). Такие фильтры в готовом виде стали давно промышленным стандартом бытовой радиотехники, и, к сожалению, инженеры перестали их рассчитывать и правильно подбирать. Массовое применение аналогичных LC-контуров с большой добротностью началось ещё в ламповых схемах. Это очень удобно, поскольку от одного транзистора или одной лампы можно было получить высокое усиление — до 40 дБ. Кстати, большинство распространённых ранее полевых транзисторов (КП303, КП305, КП306, КП350, BF244, 2N3819) напрямую не совместимы с такими контурами, так как их выходное сопротивление существенно меньше (3...20 кОм) и сильно шунтирует контур. Поэтому требуется подключение стока к отводу 1/3...1/8 части катушки. Эта особенность привела к распространённому мнению о плохой работе этих полевых транзисторов.

Для согласования пьезокерамических фильтров и входов транзисторных усилителей применяется трансформаторное включение. В S-2000 этот LC-контур (Z10 = 1T1) имеет 140 витков контурной катушки и 7 витков — выходной. (В PL-660 это 140:4!). По напряжению это даёт коэффициент трансформации 20:1, по току — 1:20 и по сопротивлению — 400:1. В результате резонансное сопротивление контура совместно с резистором 1R47 в заводской схеме создают для пьезофильтра выходное сопротивление около 150 Ом. Как мы уже убедились, это очень плохо для формы АЧХ. Поэтому в нашей доработке для согласования и был установлен последовательный резистор сопротивлением 1,8 кОм для создания паспортного импеданса для фильтра. Это также легко осуществимо в родственных приёмниках и приводит к заметному улучшению звучания по тембру. Установка этого резистора обеспечивает резистивное согласование с отдельным резонансным контуром и дополнительное затухание 4...5 дБ. Если в S-2000 убрать шунтирующий резистор 1R47, увеличится усиление, но это плохо для линейности. В родственных приёмниках со смесителями на полевых транзисторах 2SK544 можно убрать шунтирующий резистор (R166 в PL-660). Этот контур подавляет паразитные резонансы пьезофильтра, но мало повлияет на форму АЧХ в полосе пропускания.

Отсюда следует, что оптимальное согласование по усилению, АЧХ и коэффициенту передачи по мощности, без каких-либо вспомогательных резисторов, достигалось бы отводом от 1/10...1/6 части контурной обмотки, создав сразу импеданс 2 кОм при большем напряжении сигнала. Но этот вариант требует большого динамического диапазона по выходному напряжению, чего у смесителя в микросхеме TA2057 нет.

Корректировка АЧХ с помощью LC-контура

Если все резонаторы пьезофильтра изготовлены без отклонений, АЧХ имеет ровную вершину, крутые и симметричные скаты. По моей статистике, число таких идеальных фильтров в крупной партии фильтров серии CFU не превышает 5 %, в сериях CFUM и LTUMxxx-H, -G — 50%. Если с помощью внешних элементов можно подстраивать хотя бы крайние резонаторы (см. рис 7.4), то в фильтрах CFU всего лишь два внутренних резонатора должны быть в "гармонии" друг с другом. Таких фильтров в одной партии можно найти более 50 %. У фильтров серии CFW с полосой пропускания более 8 кГц вероятность "гармонии" четырёх внутренних резонаторов намного меньше, примерно около 20 % в одной партии. У фильтров CFWxxx -I -H этой изначальной "гармонии" практически нет в достаточной мере. Я не нашёл ни одного экземпляра, который я смог настроить с отличным результатом.

Вспомним об одном интересном свойстве параллельного LC-контура. На частотах выше резонансной он обладает ёмкостным сопротивлением, а ниже — индуктивным. На резонансной частоте этих составляющих нет — эквивалентное сопротивление чисто активное. Такое "поведение" идеально подходит для нашего инженерного кошмара — изменяя индуктивность катушки LC-контура, можно получить нужное реактивное сопротивление корректирующего элемента. За основу возьмём контур, применённый в доработке системы АРУ по первому варианту (37 мкГн и 3300 пф) с резонансным сопротивлением около 8 кОм. Добротность контура без нагрузки — 80, полоса пропускания — 455 кГц/80 = 5,6 кГц. В отличие от коррекции с помощью отдельных компонентов здесь затухание меньше, потому что добротный LC-контур по-прежнему "работает" внутри своей полосы пропускания. Мы сможем получить почти идеальную АЧХ, минимум потерь и к тому же дополнительно подавить паразитные резонансы. LC-контуры с более высокой добротностью эффективны, если пьезофильтр изначально почти идеальный. Схема согласования с помощью LC-контуров показана на **рис. 7.11**. Результат согласования наших трёх пробных фильтров показан на **рис. 7.12**, в таком виде все они годны для радиолюбительских конструкций и при приёме АМ-сигналов звучание мало отличается, наш слух уже не напрягается. Фильтр А обеспечивает всё равно лучший коэффициент по пря-

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2015

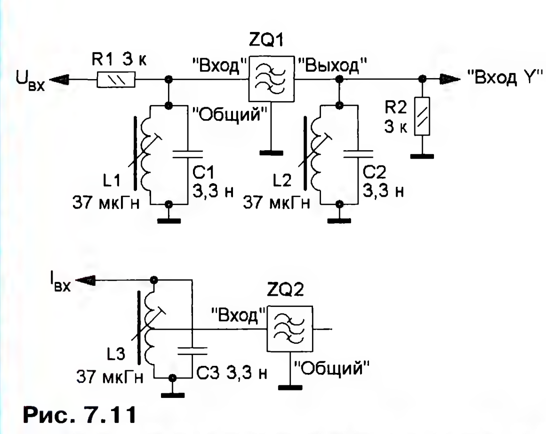


Рис. 7.11

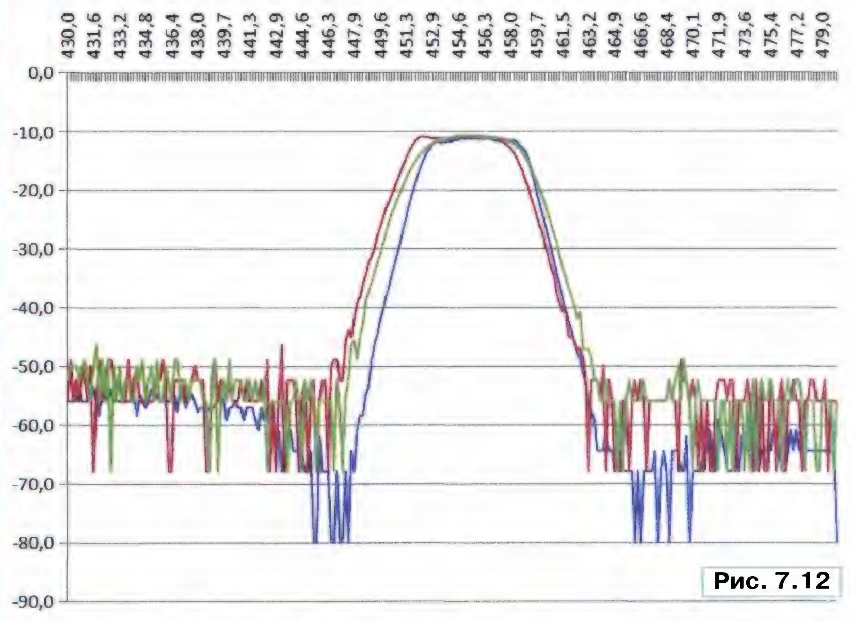


Рис. 7.12

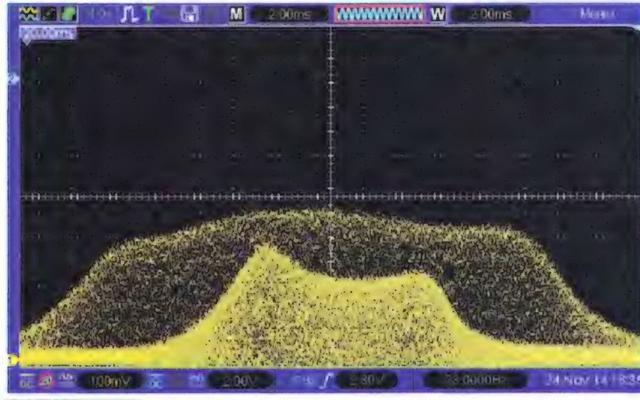


Рис. 7.13

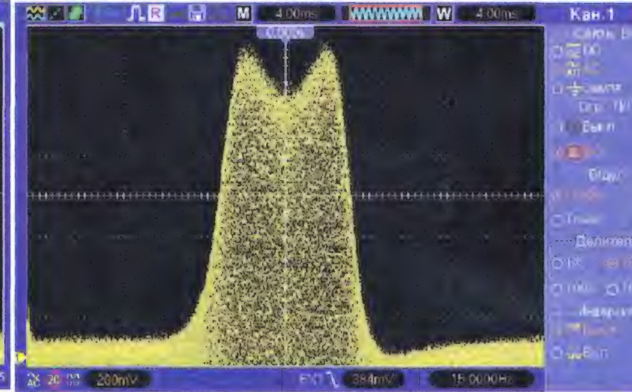


Рис. 7.14

моугольности. Отметим также, что полоса пропускания по уровню 3 дБ — около 6 кГц.

Любопытный экспериментатор наверно измерял входную и выходную ёмкости самого пьезофильтра — около 30...90 пФ на входе и 200...800 пФ — на выходе. Эти измерения с помощью, например, мультиметра чаще всего проводят тестовым сигналом с частотой 0,1...1 кГц, что существенно ниже резонансной. Вблизи резонанса эти ёмкости в значительной мере нейтрализуются. Поэтому наши добавочные конденсаторы и катушки индуктивности так сильно влияют на результат.

Исправление АЧХ в S-2000

Компоновка элементов на плате № 1 позволяет произвести только частичную корректировку АЧХ пьезофильтров. В рамках разумных затрат предлагается несколько вариантов для настройки. Цель проведения работ — получить на частоте 455 кГц АЧХ с ровной вершиной и крутыми скатами. Такая регулировка может привести к росту затухания в полосе пропускания, и не стоит ориентироваться на показание S-метра, отказав в использовании измерителя АЧХ. Коррекцию вида АЧХ можно проводить, подключая на входе и выходе конденсаторы ёмкостью 27...100 пФ или катушки индуктивности 0,39...2,2 мГн (см. рис. 7.9). Нет смысла использовать конденсаторы большей ёмкости или катушки с меньшей индуктивностью, так как это вызовет повышенное затухание сигнала. На **рис. 7.13** показаны "исправленные" АЧХ широкополосного и узкополосного пьезофильтров для второго варианта доработки АРУ (центральная частота — 456 кГц, разрешение — 500 Гц/дел.). Широкополосный фильтр смещён на 200 Гц вниз по частоте, но это мало заметно при эксплуатации. Небольшая асимметрия узкого фильтра не критична в режиме AM-narrow, а для SSB она корректируется фильтром после УПЧ. В результате получилась красивая АЧХ для режима SSB (**рис. 7.14**) с учётом фильтра после УПЧ (центральная частота — 456 кГц, разрешение — 1 кГц/дел.). Лёгкий провал по центру мало повлияет на тембр SSB-сигнала. Его можно подкорректировать с помощью согласующего резистора.

Схема подключения возможных корректирующих элементов показана на **рис. 7.15**. Зелёным цветом показаны элементы, которыми мы повлияем на АЧХ. Элементы C1, L1, C6 и L2 влияют на оба фильтра одновременно, C2 и C4 — на фильтр Z12, C3 и C5 — на фильтр Z13. Конденсаторы C2—C5 можно заменить катушками индуктивности с разделительными конденсаторами (как L1 и C′). Если установлены катушки индуктивности L1 и L2 0,47...0,82 мкГн, конденсаторы C1 и C6 не устанавливают и корректировку АЧХ пьезофильтров проводят индивидуально с помощью конденсаторов C2—C5. Удаление резистора 1R48 увеличит сопротивление нагрузки фильтров, что часто улучшает коэффициент прямоугольности, правда, в ущерб подавлению внеполосных удалённых сигналов, что в наших приёмниках не самый главный параметр.

Для первого варианта доработки АРУ коррекция АЧХ может быть эффективнее. Настройка LC-контура 1T1 (Z10) сильно повлияет на АЧХ. Элементы (рис. 7.15) C′, L1 не нужны. Сначала с помощью 1T1 настраивают АЧХ по наилучшему виду для узкополосного фильтра. Затем корректируют его АЧХ элементами на выходе и ещё раз подстраивают 1T1. Проводят такие же операции для широкополосного фильтра. Окончательное положение подстроечника LC-контура 1T1 выбирают исходя из компромисса между АЧХ обоих фильтров, при этом желательно, чтобы подстроечник был максимально вывернут (создаём индуктивный характер сопротивления). Поочерёдно подбирают для каждого фильтра корректирующие кон-

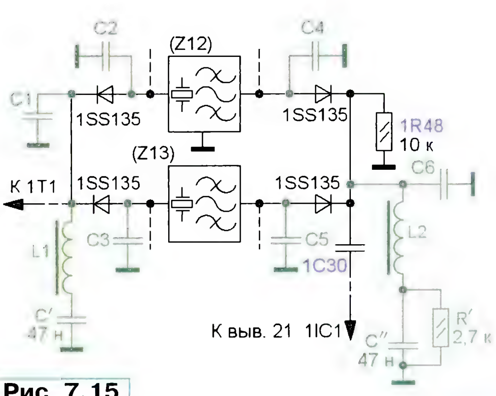


Рис. 7.15

денсаторы на входе и на выходе. Для более тонкой настройки, возможно, потребуется повторить все перечисленные операции ещё раз. После коррекции АЧХ надо измерить центральную частоту каждого фильтра. Если с заводскими фильтрами у вас никак не ладится дело, ознакомьтесь со следующим разделом.

455 или 450 кГц

Из множества разных значений стандартных частот для трактов ПЧ в западных странах остались в итоге 450 и 455 кГц, и массовое изготовление пьезофильтров с низкой стоимостью привело в 80-е годы к "вымиранию" других вариантов. В России ещё доступны различные фильтры на частоты 215, 465 и 500 кГц. Разница между вариантами 450 и 455 кГц лишь такая, что в зависимости от построения приёмника предпочтительней тот или иной вариант. Если смеситель работает с входными сигналами до 5 МГц, комбинационные помехи до 10-го порядка выбором частоты ПЧ можно убрать из полосы пропускания фильтра. Для приёмников с первой ПЧ 55845 кГц разницы нет. Зато на прилавках российских магазинов разница существенная. Фильтров для SSB подгруппы xxx-I на частоту 455 кГц с фактической ΔF_{-3} = 4 кГц нет, и даже с полосой пропускания 5 кГц найти непросто. 95 % фильтров подгруппы xxx-I имеют полосу пропускания 5,5...6 кГц, что мало подходят для приёма SSB-сигналов. На 450 кГц предлагается намного больше вариантов, и экземпляры с полосой около 4 кГц найдутся намного чаще. Но при переходе на ПЧ 450 кГц придётся увеличить частоту второго гетеродина на 5 кГц, установив новый кварцевый резонатор на частоту 55395 кГц. Кто в основном принимает SSB-станции или узкополосную АМ и обнаружил в своём приёмнике "неисправимый" фильтр xxx455-I, должен рассматривать переделку на частоту 450 кГц. Улучшенные фильтры я также рекомендую реализовать на этой частоте, причина — ситуация на прилавках радиомагазинов.

Пьезофильтры на российских прилавках

В 2013 г. и 2015 г. я приобрёл в разных местах фильтры на частоты 455 и 450 кГц (**рис. 7.16**). Далее обсудим результаты измерения их параметров.

Фильтр PFWCC 450 (корпус размерами 6×6 мм для поверхностного монтажа) разработан для простых АМ-приёмников, состоит он из двух резонаторов в симметричной схеме (**рис. 7.17**). Полоса пропускания по уровню –3 дБ в 95 % случаев — не более 5 кГц. При номинальном резистивном согласовании (на 3 кОм) получим фильтр с "круглой" АЧХ. Затухание в схеме по рис. 7.5 необычно высокое — 11 дБ от генератора к нагрузке (5 дБ между выводами). В диапазоне 1,5...2 МГц присутствуют па-

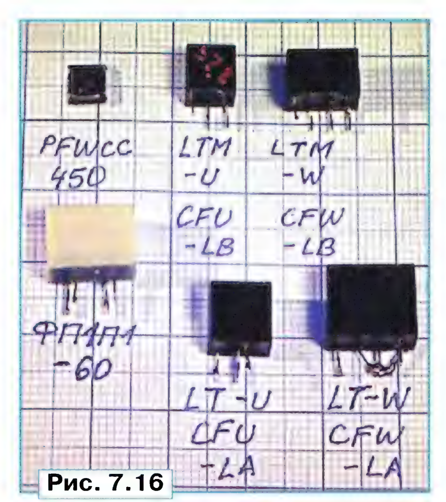


Рис. 7.16

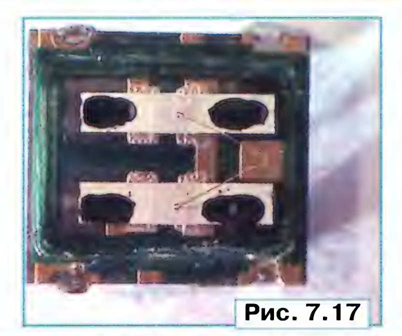


Рис. 7.17

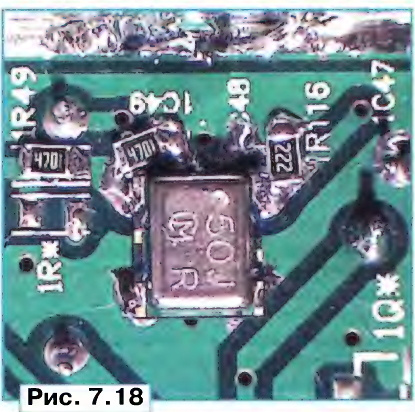
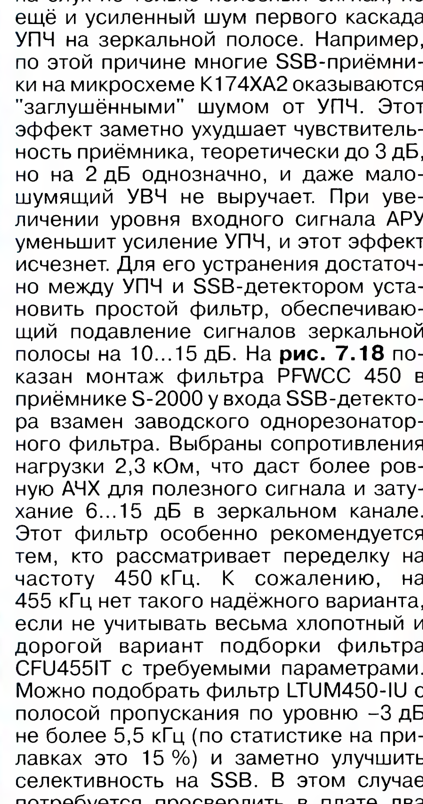


Рис. 7.18

разитные резонансы на уровне –30 дБ, а в диапазоне 5...7 МГц — до –20 дБ. При уменьшении сопротивления нагрузки до 1 кОм растёт добротность резонаторов, АЧХ оказывается с впадиной до –15 % и одновременно уменьшается центральная частота на 500 Гц. При сопротивлении нагрузки 1,8...2,2 кОм получим оптимальную АЧХ, полоса пропускания по уровню –1 дБ — 4 кГц и вершина плоская, потери увеличились на 2 дБ. Исследование трёх партий фильтров разного времени изготовления показало, что их центральная частота выдерживается с погрешностью не более ±200 Гц, но 80 % экземпляров фильтров настроены точно. При пайке этих фильтров надо действовать аккуратно — температура паяльника не должна превышать 260 °С, время пайки — не более 2 с. Практика показала, что сразу после пайки возникает сдвиг вниз по частоте на 1...2 кГц, через час он уменьшается до 300 Гц, а через день достигаются окончательные и стабильные значения параметров, которые в течение года практически не изменяются.



Если приёмник имеет хороший компактный фильтр второй ПЧ и следом за ним — широкополосный УПЧ с высоким усилением, при слабых входных сигналах на фоне собственных шумов SSB-детектор преобразует в заметный на слух не только полезный сигнал, но ещё и усиленный шум первого каскада УПЧ на зеркальной полосе. Например, по этой причине многие SSB-приёмники на микросхеме К174ХА2 оказываются "заглушёнными" шумом от УПЧ. Этот эффект заметно ухудшает чувствительность приёмника, теоретически до 3 дБ, но на 2 дБ однозначно, и даже малошумящий УВЧ не выручает. При увеличении уровня входного сигнала АРУ уменьшит усиление УПЧ, и этот эффект исчезнет. Для его устранения достаточно между УПЧ и SSB-детектором установить простой фильтр, обеспечивающий подавление сигналов зеркальной полосы на 10...15 дБ. На **рис. 7.18** показан монтаж фильтра PFWCC 450 в приёмнике S-2000 у входа SSB-детектора взамен заводского однорезонаторного фильтра. Выбраны сопротивления нагрузки 2,3 кОм, что даст более ровную АЧХ для полезного сигнала и затухание 6...15 дБ в зеркальном канале. Этот фильтр особенно рекомендуется тем, кто рассматривает переделку на частоту 450 кГц. К сожалению, на 455 кГц нет такого надёжного варианта, если не учитывать весьма хлопотный и дорогой вариант подборки фильтра CFU455IT с требуемыми параметрами. Можно подобрать фильтр LTUM450-IU с полосой пропускания по уровню –3 дБ не более 5,5 кГц (по статистике на прилавках это 15 %) и заметно улучшить селективность на SSB. В этом случае потребуется просверлить в плате два отверстия для его выводов для подключения к общему проводу.

Фильтры ФП1П1-60-х доступны на частоты 455 и 465 кГц, они построены на семи резонаторах и полностью симметричны, я не смог определить разницы между входом и выходом. Затухание в полосе пропускания — около 3 дБ. АЧХ — симметричная. Неравномерность АЧХ в полосе пропускания небольшая, общая закруглённость вершины не в счёт. Это хорошо для приёма узкополосной ЧМ и как "прогулочный" вариант при ручном поиске АМ-станций. У узкополосного

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

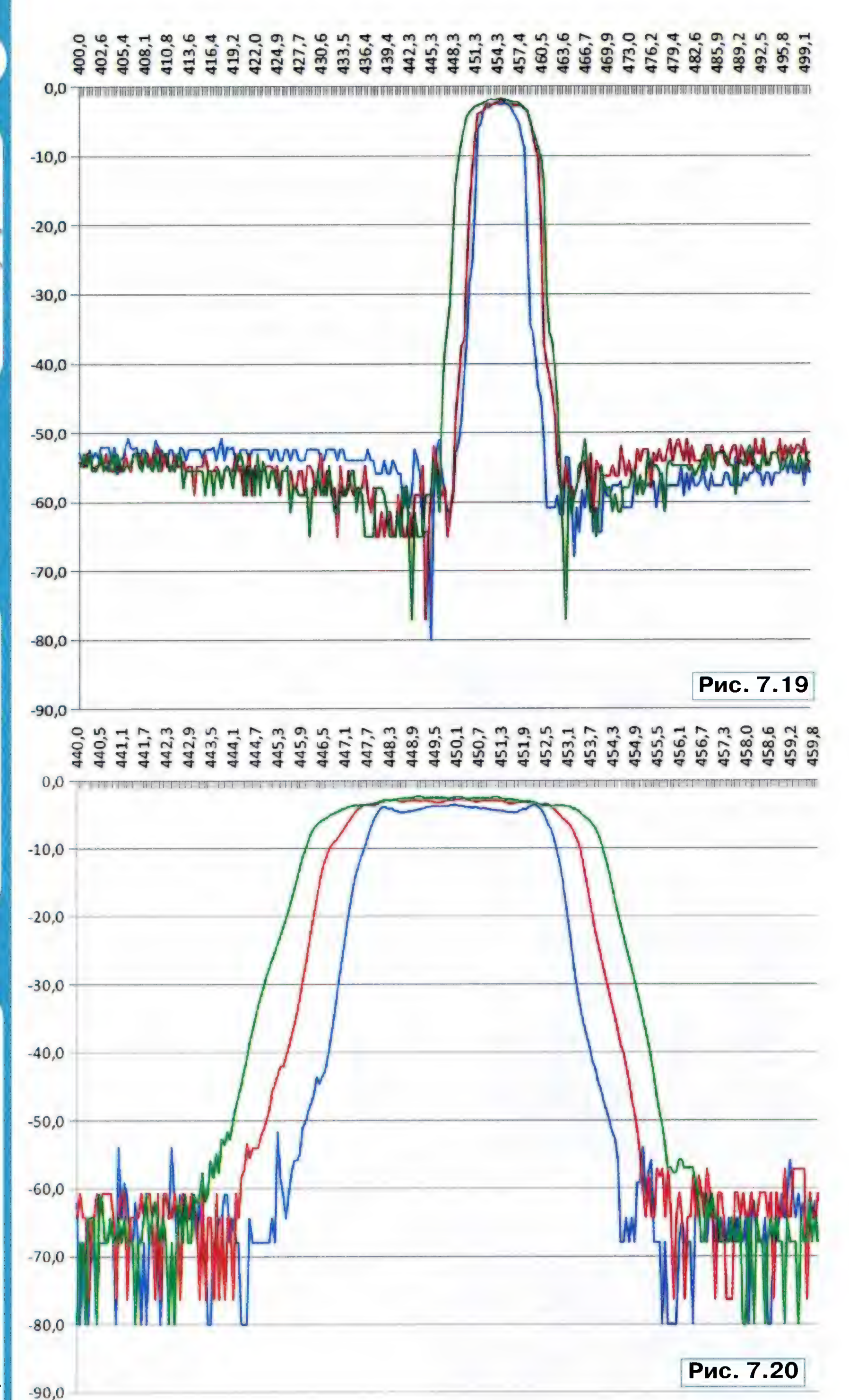


Рис. 7.19

Рис. 7.20

варианта (ФП1П1-60-4, маркировка 43) ширина полосы пропускания в большинстве случаев превышает номинальное значение на 1...2 кГц, в этой подгруппе я не смог найти настоящий фильтр с полосой пропускания 4 кГц, в основном на 5...6 кГц. По сути, эти фильтры взяты из подгруппы ФП1П1-60-7, а узкая полоса возникает из-за того, что один или даже два резонатора оказались с отклонением от нормы, поэтому АЧХ сужается до 4...5 кГц. Для приёма SSB-сигналов эти фильтры не самый хороший выбор. При приёме АМ-станций фильтры ФП1П1-60-7 и ФП1П1-60-10 могут дать отличный результат, если в передатчике пользуются подъёмом высоких частот. Внеполосная избирательность лучше, чем у фильтров серии CFW, паразитные резонансы на 640 кГц отсутствуют, они присутствуют только на частотах около 1,15 и 2,5 МГц (–40 дБ в резистивной схеме согласования). АЧХ этих фильтров тоже можно корректировать установкой реактивных элементов на входе и выходе, но в ещё меньшей мере, чем у фильтров CFW. При этом может появиться широкая "горка" на частоте 440 кГц на уровне –40 дБ, поэтому я не рекомендую такую корректировку АЧХ этих фильтров. Исследование большой партии фильтров ФП1П1-60-7 и ФП1П1-60-10 с согласованием на резисторах (2 кОм) и с помощью LC-контуров показали, что 25 % изделий оказались практически непригодными для наших целей, 10 % — отличными, остальные — удовлетворительными. Фильтры с полосой пропускания ≥10 кГц имеют гладкие ФЧХ, что хорошо для приёма узкополосной ЧМ. На **рис. 7.19** показаны АЧХ хороших экземпляров фильтров при резистивном согласовании (синий цвет — АЧХ фильтров ФП1П1-60-4, красный — ФП1П1-7, зелёный — ФП1П1-10).

Разновидности фильтров серий CFW и CFU

На прилавках можно найти огромное разнообразие фильтров этих серий. Тем не менее законы физики не обмануть — первое поколение фильтров (LTxxxU/W или CFU/CFWx-LA) с чуть бо́льшими габаритными размерами даёт потенциально лучший вид АЧХ, но разброс параметров у них больше. Из большой партии возможно выбрать идеальный вариант, а случайный экземпляр может быть непригодным. Фильтры производства 90-х годов и позже имеют меньшие размеры и уже малый разброс параметров. Предлагаются и миниатюрные фильтры LTM-xxxU/W или CFU/CFWx-LB, CFUM/CFWM) с изменённым расположением выводов. Их параметры в среднем не хуже, и благодаря контролю при производстве, а также нашей корректировке АЧХ фильтров одной партии имеют очень близкие параметры. В результате проведения статистических исследований у меня образовались три "кучки" из фильтров этих серий с отклонением от центральной частоты –200, 0 и +200 Гц — других почти нет. В указанных сериях есть фильтры с индексом T (например, CFU455HT), у них на 10...20 дБ лучше подавление вне полосы пропускания, но половина из них имела заметную неравномерность в высокочастотной части АЧХ.

Фильтры с подиндексом Y имеют сглаженную ФЧХ, куполообразную вершину АЧХ и предназначены для приёма ЧМ-сигналов и цифровых видов передачи с минимальными искажениями по фазе. Подобные фильтры в магазинах найдём в основном в исполнении SMD (LTUC, LTWC).

Пьезофильтры в корпусах для поверхностного монтажа (LTUC, LTWC, CFUKA, CFWKA) имеют практически те же параметры, как и выводные. Но у выводных параметры часто отличаются в лучшую сторону от заявленных, а у их SMD "собратьев" они выполняются и не более того. Поэтому на бумаге разницы между ними нет, но не ждите положительных сюрпризов.

Повышенная избирательность

Анализ приёмника S-2000 показал, что выбор пьезофильтра серии CFU во второй ПЧ был неудачным с точки зрения технологичности на производстве.

(Окончание см. на с. 34)

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2015

Усовершенствование комбинированного прибора на базе микроконтроллера ATxmega

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Опыт применения комбинированного прибора, описанного в [1], показал, что у него имеется как ряд недостатков, так и определённый потенциал для дальнейшего развития и улучшения параметров. Вниманию радиолюбителей предлагается усовершенствованная версия этого прибора.

В предыдущей версии микроконтроллер прибора тактировался от внутреннего RC-генератора частотой 32 МГц. Этот генератор имеет неплохую, но всё же недостаточную для измерительного прибора стабильность частоты. Поэтому в новом варианте частота образцового сигнала для системы тактирования микроконтроллера стабилизирована кварцевым резонатором на 4 МГц. Необходимое значение тактовой частоты (32 МГц) получено умножением образцовой частоты на восемь внутренним умножителем частоты микроконтроллера (блоком PLL).

Изменён принцип записи информации в буфер ОЗУ в режимах осциллографа и логического анализатора. Раньше байт с выхода АЦП или входного порта логического анализатора записывался в ячейку буфера программно при участии процессора микроконтроллера. В новой версии этот процесс реализован методом прямого доступа к памяти (ПДП) с помощью встроенного в микроконтроллер ATxmega контроллера ПДП [2]. Это позволило разгрузить процессор и организовать стабильный во времени процесс записи информации в буфер.

В обоих режимах транзакция ПДП представляет собой серии пересылок 7200 однобайтовых информационных пакетов. Запуск транзакции происходит по сигналу аналогового компаратора, который выполняет функцию синхронизатора развёртки.

При этом в режиме осциллографа процесс передачи каждого пакета инициируется запросом прерывания, который модуль АЦП генерирует в момент завершения преобразования очередного отсчёта входного напряжения в цифровой код. Так как работа модуля АЦП жёстко синхронизирована (одно преобразование за один такт), при частоте отсчётов 2 МГц автоматически обеспечивается заполнение буфера с требуемой для правильного формирования развёрток периодичностью 0,5 мкс.

В режиме логического анализатора информация в память принимается из входного регистра порта F микроконтроллера. Требуемый для правильного формирования развёртки период считывания состояния входов порта и его записи в буфер в этом случае обеспечивает один из таймеров-счётчиков микроконтроллера, работающий на частоте 4 МГц. Процесс передачи информационного пакета инициируется передачей сигнала о переполнении таймера-счётчика в контроллер ПДП через систему событий микроконтроллера [3]. Эта система представляет собой удобный механизм оперативного взаимодействия модулей микроконтроллера ATxmega между собой без участия процессора.

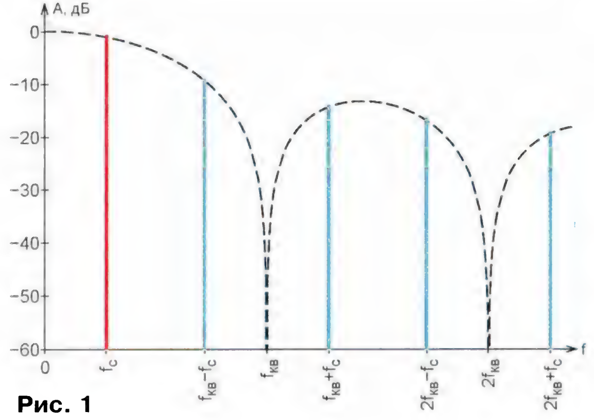


Рис. 1

Считывание состояния порта с темпом 4 МГц обеспечивает разрешающую способность каналов логического анализатора по времени 0,25 мкс, что вдвое уменьшает дискретность отсчёта временных интервалов по сравнению с предыдущей версией прибора.

Серьёзным недостатком генератора сигналов в предыдущей версии прибора было отсутствие ФНЧ на его выходе, очищающего сформированный методом прямого цифрового синтеза (DDS) сигнал от паразитных составляющих. На **рис. 1**, где представлен амплитудный спектр синтезированного синусоидального сигнала, его основная спектральная составляющая изображена красной линией, а сопровождающие её паразитные составляющие — голубыми линиями. При изменении частоты синтезируемого сигнала f_c амплитуды составляющих спектра меняются по огибающей, изображённой штриховой линией. Паразитная составляющая, ближайшая к основной по частоте и максимальная по амплитуде, имеет частоту $f_{кв} - f_c$, где $f_{кв}$ — частота квантования DDS-генератора, равная в рассматриваемом случае 25 МГц.

В предыдущем варианте генератора максимальная выходная частота была равна 10 МГц, а ближайшая к ней паразитная составляющая спектра при этом лежала на частоте 15 МГц и имела амплитуду всего на 3,5 дБ меньше основной. Для её эффективного подавления требуется ФНЧ с частотой среза не менее 10 МГц и весьма крутым спадом АЧХ. На частоте 15 МГц затухание фильтра должно достигнуть нескольких десятков децибел. В полосе прозрачности АЧХ фильтра должна иметь подъём около 2,5 дБ на частоте 10 МГц для коррекции уменьшения амплитуды основной составляющей с повышением частоты.

Нужно сказать, что разработать фильтр приемлемой сложности с такими характеристиками автору не удалось. Поэтому было решено понизить максимальную генерируемую частоту до 7 МГц. Теперь ближайшая паразитная составляющая находится на частоте 25 МГц − 7 МГц = 18 МГц. Удовлетворительные результаты удалось получить с ФНЧ Баттерворта шестого порядка, состоящим из трёх ступеней второго порядка. Расчётная АЧХ этого фильтра показана на **рис. 2**. Расчёт выполнен с помощью программы, имеющейся в [4].

Выходное сопротивление генератора уменьшено до 150 Ом.

Логический анализатор прибора теперь имеет вместо двух четыре канала. Его разрешающая способность по времени улучшена до 0,25 мкс. Изменены также значения скорости развёртки.

В предыдущей версии прибора не был предусмотрен полноценный режим вольтметра — один из наиболее востребованных каждым радиолюбителем. В новой версии такой режим добавлен.



Рис. 2

Следует заметить, что как осциллограф, так и вольтметр выполняют, по сути, одну и ту же функцию — измеряют напряжение. Вот только отображает результат измерения каждый из этих приборов по-своему. Поэтому с аппаратной

тел. 608-83-05

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

точки зрения все необходимые элементы для реализации режима вольтметра в приборе имеются. Усилитель вертикального отклонения с переключаемым коэффициентом передачи позволяет получить различные пределы измерения. Есть АЦП для оцифровки измеряемого напряжения. Остаётся только разработать программу, которая организует отображение результатов измерения в нужной форме.

Измерение постоянного напряжения не представляет никакой сложности — оцифровывается последовательность из некоторого числа отсчётов этого напряжения, после чего вычисляется их среднее арифметическое. При правильно выбранном времени усреднения это неплохо подавляет различного рода пульсации измеряемого напряжения. В режиме вольтметра прибор измеряет постоянное напряжение именно таким методом.

Иная картина складывается при измерении переменного напряжения. Главный вопрос — какое значение переменного напряжения целесообразно представить пользователю: мгновенное, амплитудное, средневыпрямленное, среднеквадратичное (действующее)? Наиболее привычным и употребительным следует считать именно измерение действующего значения переменного напряжения, которое часто обозначают английской аббревиатурой RMS — root mean square. Чтобы его вычислить, необходимо получить n отсчётов мгновенных значений переменного напряжения в течение его периода, вычислить сумму их квадратов, разделить её на n и извлечь квадратный корень их частного:

$$U_д = \sqrt{\frac{U_1^2 + U_2^2 + ... + U_n^2}{n}}.$$

Расчёт по этой формуле даёт правильный результат при любой форме переменного напряжения. Но чтобы достичь малой погрешности результата, нужно либо точно знать период измеряемого напряжения, либо брать отсчёты не за один период, а за значительное их число. Обработка этих отсчётов занимает много процессорного времени, что не всегда оправдано.

Задача упрощается, если форма переменного напряжения заранее известна. В ряде случаев (например, для синусоидального или пилообразного напряжения) существуют простые соотношения между действующим значением напряжения и его амплитудным или средневыпрямленным значениями, измерить которые значительно проще. Эти соотношения широко используются в распространённых стрелочных и цифровых вольтметрах, которые, фактически измеряя амплитуду U_m или средневыпрямленное значение $U_{ср\,в}$, показывают действующее значение синусоидального напряжения, вычисленное по формулам

$$U_д = 0{,}707 \cdot U_m;$$
$$U_д = 1{,}11 \cdot U_{ср.в}.$$

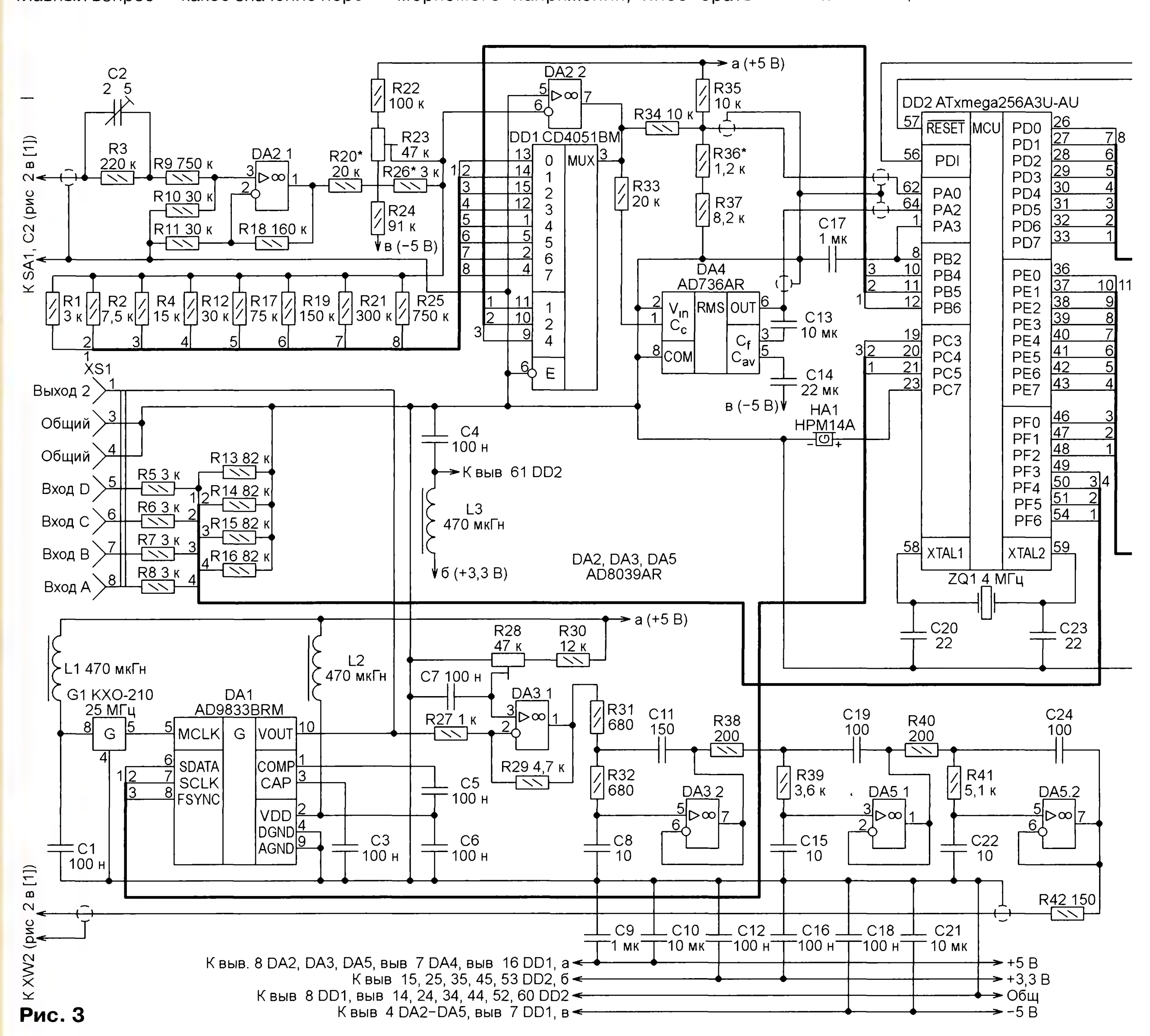


Рис. 3

Конечно, при измерении шумового, импульсного или искажённого симисторным регулятором синусоидального напряжения показания таких приборов очень далеки от истины.

Сегодня всё большее распространение получают электронные измерительные приборы, показывающие "истинное" действующее значение (true RMS) переменного напряжения независимо от его формы при условии, что пик-фактор измеряемого напряжения (отношение амплитудного значения к действующему) не превышает определённого значения, обычно 5. Такие приборы построены, как правило, на специализированных микросхемах, выходное постоянное напряжение которых равно действующему значению входного переменного напряжения. Все необходимые преобразования выполняются аппаратно внутри микросхемы.

В предлагаемой версии прибора измерение действующего значения переменного напряжения возложено на одну из таких микросхем AD736AR, обеспечивающую погрешность не хуже ±1...2,5 %. Другие характеристики этой микросхемы приведены в [5].

Изменения в схеме и конструкции прибора

Изменённая часть схемы прибора приведена на **рис. 3**. Следует иметь в виду, что нумерация элементов на ней отличается от имеющейся в [1]. Изменения в основном затронули элементы, расположенные на печатной плате А0, и эта плата подлежит замене.

В канале вертикального отклонения осциллографа, построенном на микросхемах DA2 и DD1, незначительно откорректированы номиналы нескольких элементов. Однако он приобрёл новую функцию — входного усилителя вольтметра.

К выводам микроконтроллера DD2 XTAL1 и XTAL2 подключены кварцевый резонатор ZQ1 на 4 МГц и конденсаторы C20, C23.

Измерение постоянного напряжения реализовано программно — измеряемое напряжение через входной усилитель поступает на вход АЦП микроконтроллера. За 20 мс берётся 893 отсчёта этого напряжения. Программа вычисляет их среднее арифметическое значение, которое выводят на индикатор. Так как полярность измеряемого напряжения может быть произвольной, АЦП работает с дифференциальным входом. Измерительный тракт полностью совпадает с используемым в режиме осциллографа.

Для измерения действующего значения переменного напряжения в прибор установлена микросхема DA4 AD736AR. На её низкоомный вход через резистор R33 подано напряжение с выхода измерительного усилителя (вывода 7 DA2). Микросхема преобразует действующее значение входного напряжения в равное ему постоянное на выводе 6. Отсюда это напряжение поступает на вход второго канала АЦП микроконтроллера (вывод 64 DD2), где оцифровывается и далее выводится на индикатор. При указанных на схеме рис. 3 номиналах конденсаторов C13 и C14 время усреднения напряжения, эффективное значение которого равно выбранному пределу измерения, — около 10 мс, а в десять раз меньшего — около 100 мс.

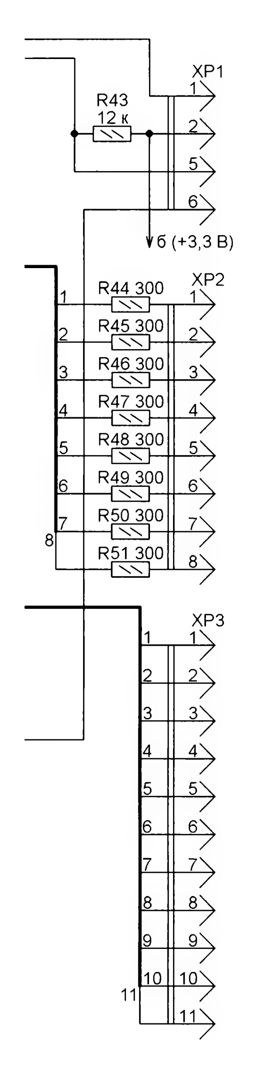
Поскольку выходное напряжение преобразователя AD736AR всегда лежит в интервале от нуля до некоторого плюсового значения, при измерении переменного напряжения АЦП переводится в несимметричный беззнаковый режим.

ФНЧ на выходе генератора прибора выполнен на ОУ DA3.2, DA5.1 и DA5.2.

Чертёж печатных проводников новой платы А0 помещён на **рис. 4**, а расположение элементов на ней — на **рис. 5**. Обратите внимание, что две из имеющихся на этой плате перемычек выполнены экранированным проводом.

В связи с увеличением числа каналов логического анализатора изменилось назначение контактов разъёма XS1, расположенного на плате А1. Старую версию этой платы несложно доработать, добавив четыре резистора (R5, R6, R13 и R14 согласно рис. 3) и два провода. Необходимо также перерезать печатный проводник, соединяющий контакт 5 разъёма XS1 с общим проводом. Для тех, кто будет делать плату А1 заново, её чертёж, учитывающий все доработки, показан на **рис. 6**. Новые элементы и внешние соединения изображены на нём красным цветом.

Ниже приведены характеристики прибора в режиме вольтметра, а также изменившиеся характеристики, относящиеся к другим режимам работы:



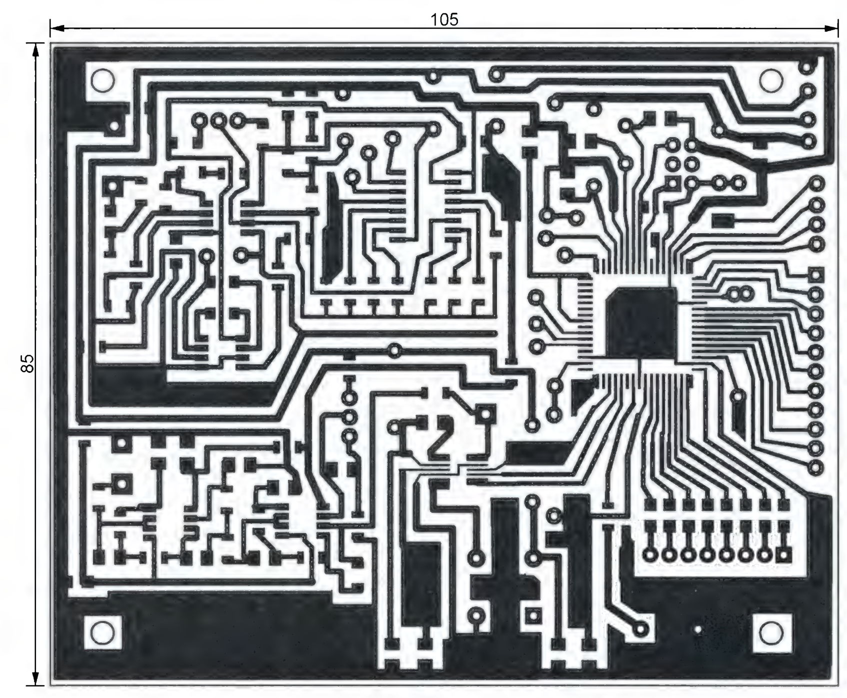


Рис. 4

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Для обеспечения возросшей точности измерения возрастают требования к точности резисторов R1, R2, R4, R12, R17, R19, R21, R25. Их следует применять с допуском не хуже ±0,5% от номинала. С такой же точностью должно быть подобрано суммарное сопротивление резисторов R20 и R26. Если планируется использовать прибор совместно с выносным делителем напряжения, то сумма сопротивлений резисторов R3, R9 и R10 должна быть равна 1 МОм с погрешностью не хуже ±1%. При их подборке следует иметь в виду, что изменять сопротивление резистора R9 нельзя.

Особенности налаживания прибора

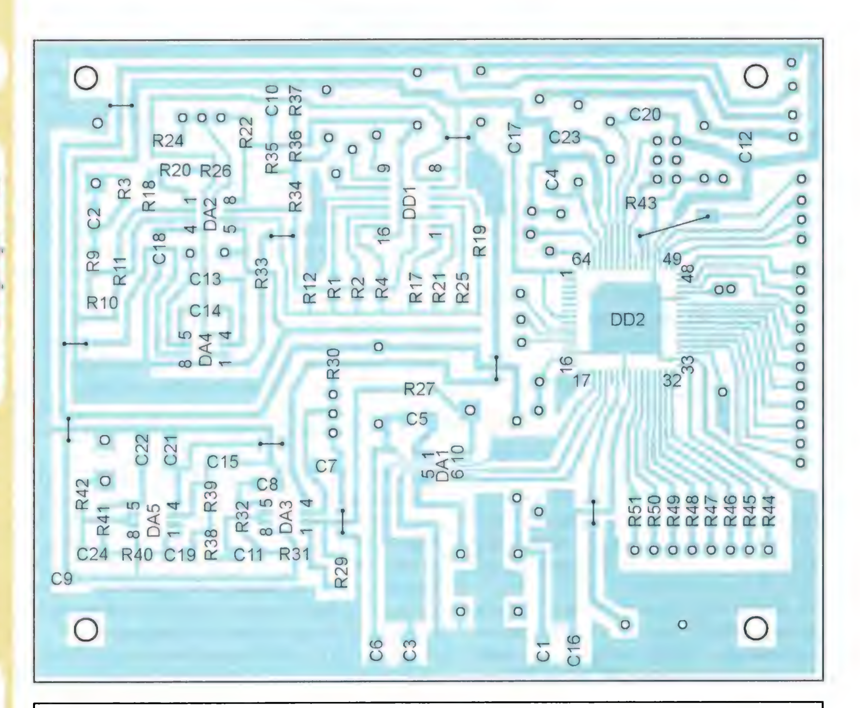
При монтаже прибора вместо резисторов R20 и R26 следует впаять соединённые последовательно постоянный резистор сопротивлением 12...16 кОм и подстроечный резистор сопротивлением 10...12 кОм, движок которого установить приблизительно в среднее положение.

После сборки всех плат, визуальной проверки монтажа и соединения плат между собой подают питание на прибор и проверяют номиналы питающих напряжений +5, −5 и +3,3 В. При отсутствии какого-либо из них или отклонении от номинала более чем на 5...7 % питание следует отключить и проверить правильность монтажа и исправность деталей.

Запрограммировав и установив в панель на плате А0 микроконтроллер, приступают к налаживанию прибора. После его включения на экране индикатора должна появиться заставка — приглашение выбрать один из режимов работы. Если индикатор остался пуст, следует нажать на любую клавишу прибора. Наличие сопровождающего нажатие звукового сигнала будет означать, что запрограммированный микроконтроллер работает, а ошибку следует искать в цепях питания или подключения индикатора к микроконтроллеру.

После появления на экране заставки прибор следует перевести в режим осциллографа. Появятся масштабная сетка и служебная строка. Линии горизонтальной развёртки может и не быть. Далее регулируют усилитель вертикального отклонения. Для этого выключателем SA1 переводят прибор в режим открытого входа и соединяют центральный контакт разъёма XW1 с общим проводом. После этого подстроечным резистором R23 устанавливают рабочую точку усилителя — напряжение ±0,01 В на его выходе (выводе 7 микросхемы DA2). Затем проверяют напряжение на неинвертирующем входе АЦП (его удобно измерять в точке соединения резисторов R34, R35, R36). Оно должно находиться в интервале +1,64...1,66 В. В противном случае следует подобрать резисторы R36 и R37.

После этого регулируют правильность преобразования напряжения в



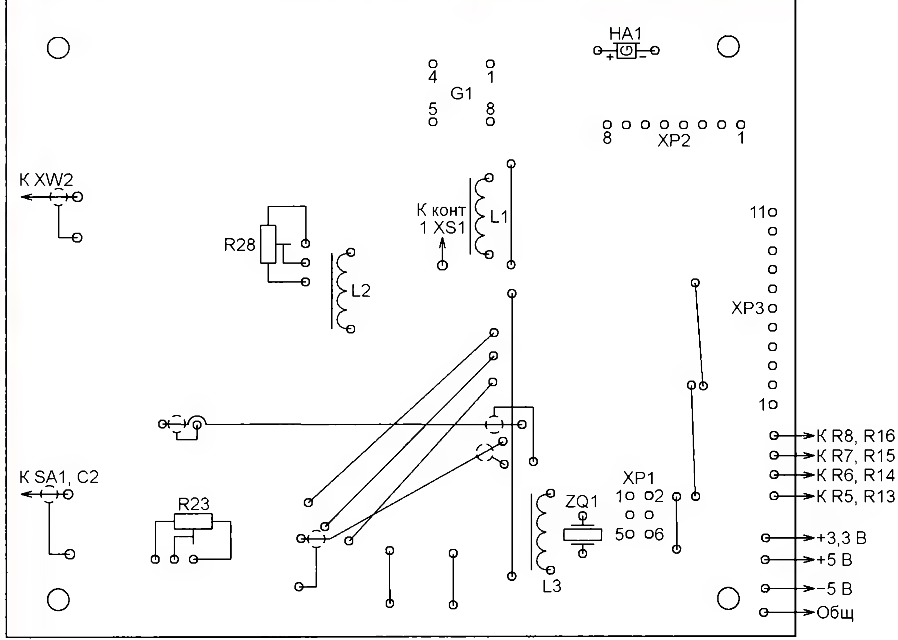


Рис. 5

Вольтметр

Вид измеряемого напряжения . . . . .постоянное, переменное действующее (true RMS)

Тип входа . . . . .открытый, закрытый

Пределы измерения (без выносного делителя), В 1; 2; 4; 10; 20; 40; 100

Максимальное напряжение (абсолютное значение) на входе, В,
без выносного делителя 100
с выносным делителем 1:10 . . .400

Погрешность измерения напряжения, %, не хуже
постоянного . . . .±1
переменного частотой 50...40000 Гц . . . .±2,5

Анализатор логических сигналов

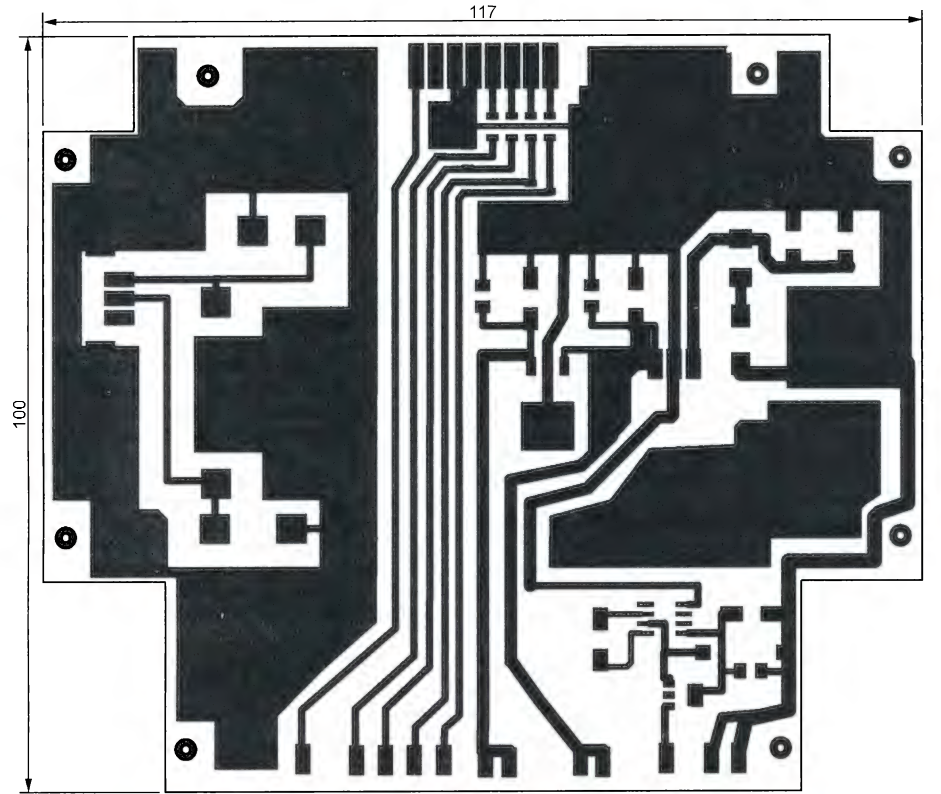
Число каналов .4

Разрешающая способность, мкс 0,25

Скорость развёртки:
"быстро", мкс/дел. 300; 250; 100; 80; 50; 30; 20; 10
"медленно", мс/дел. 37,5; 25; 12,5; 10; 7,5; 5; 2,5; 1,25

Генератор сигналов

Частота, Гц . . . . .1—6 999 999



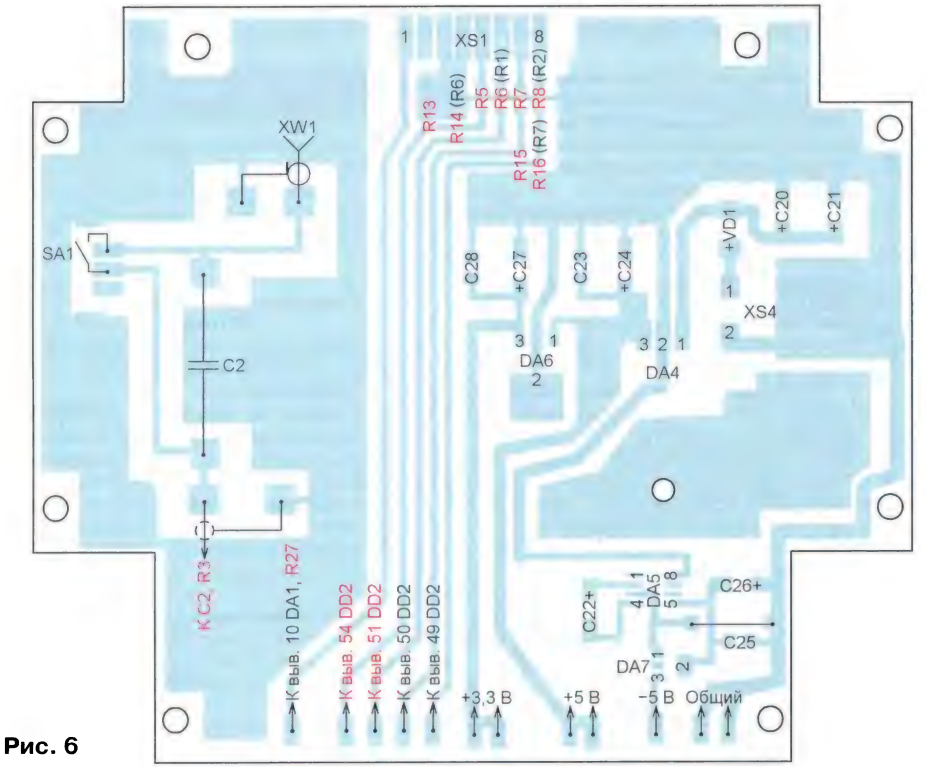


Рис. 6

цифровой код. Цель состоит в том, чтобы нулевому напряжению на входе прибора соответствовал нулевой код на выходе АЦП. Эта процедура выполняется программно. Её запускают нажатием на клавишу "2". При успешном завершении регулировки на экране индикатора появится сообщение "OK". Если регулировку выполнить не удалось, будет выведено сообщение "!NO!", а пользователю предложено либо запустить процедуру заново, либо выйти из неё. Если и вторая попытка не дала положительного результата, следует искать причину этого, например:

— допущена грубая ошибка при регулировке усилителя вертикального отклонения;

— недопустимо большой уровень помех на выходе усилителя. К этому могут привести ненадёжное соединение входа усилителя с общим проводом, плохая фильтрация питающих напряжений или ошибки монтажа.

Через 2 с после успешного выполнения процедуры регулировки преобразования прибор автоматически переходит в режим осциллографа. Теперь линия развёртки должна находиться в центре экрана по вертикальной оси.

Далее регулируют коэффициент отклонения в канале вертикального отклонения. Для этого устанавливают клавишами "1" и "3" его значение 2,5 В/дел. и подают на разъём XW1 постоянное напряжение +2,5 В. Перемещением движка подстроечного резистора, заменяющего резистор R20 или R26, устанавливают линию развёртки на соответствующее деление экрана. После этого вход осциллографа вновь соединяют с общим проводом, проверяют и при необходимости корректируют рабочую точку усилителя подстроечным резистором R23. Если рабочая точка корректировалась, то вновь подают на вход напряжение +2,5 В и корректируют положение линии развёртки подстроечным резистором, установленным вместо резистора R20 или R26. Возможно, эти операции придётся повторить несколько раз.

По окончании регулировки питание прибора отключают, подстроечный и постоянный резисторы, установленные вместо R20 и R26, выпаивают и замеряют их суммарное сопротивление. Подбирают резисторы R20 и R26 такими, чтобы их суммарное сопротивление не отличалось от измеренного более чем на ±0,5 %, и монтируют их на печатную плату.

Далее прибор включают, переводят в режим осциллографа и нажатием на клавишу "2" вновь запускают процедуру регулировки преобразования, которая компенсирует возможные погрешности в подборке резисторов R20 и R26.

На этом налаживание осциллографа закончено. Нажатием на клавишу "OC" прибор переводят в режим вольтметра и регулируют крутизну характеристики преобразования АЦП в этом режиме. Необходимость регулировки обусловлена тем, что внутренний источник образцового напряжения (ИОН) АЦП микроконтроллера не идеален, его напряжение несколько различается у разных экземпляров микросхемы, а также, хоть и немного, зависит от напряжения питания микроконтроллера, которое в каждом собранном приборе тоже будет немного разным. А поскольку напряжение ИОН — эталон, с которым АЦП сравнивает поданное на его вход напряжение, то

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

при разном напряжении ИОН одинаковым значениям входного напряжения будут соответствовать разные выходные коды. Иными словами, подав одно и то же напряжение на входы двух приборов, можно получить разные показания. Эта погрешность невелика (около процента), но её можно скомпенсировать, а значит, это необходимо сделать.

Для режима измерения переменного напряжения неидеальность ИОН отодвигается на второй план, а основной проблемой становится большой разброс входного сопротивления используемого входа микросхемы AD736AR от образца к образцу, который может достигать ±20 %.

Регулировка крутизны преобразования АЦП в режиме вольтметра тоже выполняется программно. Она состоит из двух этапов: для измерения постоянного напряжения, а затем для переменного. Эту процедуру запускают нажатием на клавишу "2" в режиме вольтметра. Затем на вход прибора подают постоянное напряжение +5...7 В, истинное значение которого измерено образцовым вольтметром с точностью до 0,01 В. На экран выводится измеренное прибором значение поданного напряжения. Если оно отличается от истинного, то нажатием на клавишу "1" (меньше) или "3" (больше) устанавливают на экране число, максимально приближённое к истинному значению напряжения, после чего нажимают на клавишу "D". На этом процедура регулировки завершается.

Все рассмотренные программные процедуры сохраняют результаты своей работы в EEPROM микроконтроллера, откуда рабочая программа вызывает их по необходимости. Поэтому повторный запуск этих процедур может потребоваться только после ремонта прибора.

Налаживание прибора в режимах логического анализатора и генератора сигналов не отличается от описанного в [1].

Изменения в функциях клавиш

Ввиду отсутствия в приборе свободных клавиш, вход в режим вольтметра производится из режима осциллографа нажатием на клавишу "ОС". По умолчанию вольтметр включается в режиме измерения постоянного напряжения на пределе 10 В.

В режиме вольтметра клавишами подают следующие команды:

"1" — уменьшить предел измерения;

"2" — запустить процедуру регулировки крутизны преобразования;

"3" — увеличить предел измерения;

"D" — переключить род измеряемого напряжения (постоянное или переменное);

"ОС" — перейти в режим осциллографа;

"ЛА" — перейти в режим логического анализатора;

"ГН" — перейти в режим генератора сигналов.

В режиме осциллографа подаваемые команды несколько изменены:

"2" — запустить процедуру регулировки преобразования;

"ОС" — перейти в режим вольтметра.

В остальном функции клавиш совпадают с описанными в [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Савченко А.** Комбинированный прибор на базе микроконтроллера ATxmega — Радио, 2014, № 4, с. 19—22; № 5, с. 22—25.

2. **Савченко А.** Режим прямого доступа к памяти микроконтроллера ATxmega. — Радио, 2015, № 1, с. 27—31.

3. **Савченко А.** Система событий микроконтроллеров ATxmega. — Радио, 2015, № 2, с. 24—27.

4. Analog Filter Wizard. — URL: **http://www.analog.com/designtools/en/filterwizard/#/type** (12.10.14).

5. Low Cost, Low Power, True RMS-to-DC Converter AD736. — URL: **http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD736.pdf** (12.10.14).

От редакции. *Файлы печатных плат в формате Sprint Layout 5.0 и новая версия программы микроконтроллера прибора имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/03/osc-volt-2.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. Часть 7

Окончание. Начало см. на с. 21

По результатам многочисленных экспериментов я не рекомендую тратить усилия на применение фильтров CFW, за исключением того счастливого случая идеального и случайно попавшего экземпляра — мы вам позавидуем. По канальной селективности широкополосный фильтр (WIDE) в S-2000 ничем не лучше настроенного в приёмнике ОКЕАН-214. Обнадёживающие эксперименты я провёл с включёнными последовательно парами фильтров CFU450-I, -H, -G. АЧХ (**рис. 7.20**) у них получилась почти как у механических фильтров на шести резонаторах (синим цветом показана АЧХ двух последовательно соединённых фильтров CFU450IU, красным — двух фильтров CFU450HTU, зелёным — двух фильтров CFU450GU). Но для этого потребуется более существенная доработка приёмника, поэтому об этом поговорим позднее.

Асимметричность схемы фильтров серий CFW и CFU оказалась на практике полезной. Около 90 % фильтров, показывающих в "правильном" направлении приемлемую АЧХ, при обратном включении имеют АЧХ с более ровной вершиной и более выраженным спадом на краю полосы пропускания, а это лучшая прямоугольность. При этом у входа обычно требуется пониженное согласующее сопротивление 1,5...1,8 кОм, а на выходе — повышенное сопротивление 3...8 кОм, что положительно отражается на затухании сигнала по напряжению. При этом уменьшается на 3...6 дБ подавление паразитных каналов, но это исправляется при согласовании с помощью LC-контуров.

В следующей части мы доработаем SSB-детектор, межкаскадный фильтр, дадим дополнительный импульс для корректировки АЧХ и выровняем громкость сигнала ЗЧ на выходе микросхемы TA2057.

Важное дополнение

Кто использует измеритель АЧХ, собранный по схеме, приведённой в четвёртой части статьи ("Радио", 2014, № 12, с. 11—16), может столкнуться со смещением (на 300 Гц вверх) частотной оси при переключении в режим ГКЧ. Для уменьшения этой ошибки отсчёта в качестве компаратора следует применить микросхемы LM393, TLC372, 3702, AD8032, OPA2228 или аналогичные быстродействующие ОУ или компараторы, обладающие усилением на частоте 1 МГц не менее 35 дБ и не менее 90 дБ на постоянном токе. Тогда ошибка по оси X снизится до незначительных 50 Гц. Альтернативно можно просто при настройке учитывать указанное смещение на 300 Гц.

От редакции. *Справочные данные некоторых упомянутых в статье радиоэлементов и файлы графиков находятся по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/03/s2000-7.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

(Продолжение следует)

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05

РАДИО № 3, 2015

Получение удвоенных двухполярных напряжений в преобразователе на микросхемах серии ICL7660

С. ГЛИБИН, г. Москва

Специализированные микросхемы серии 7660, предназначенные для построения преобразователей напряжения на коммутируемых конденсаторах, известны уже давно и применяются чаще всего в маломощных источниках питания для преобразования полярности напряжения (из положительного в отрицательное). Такие микросхемы выпускаются разными производителями, в том числе и отечественными (КР1168ЕП1), и с различными названиями. Наиболее распространены микросхемы серии ICL7660 фирмы Intersil [1]. Основными достоинствами преобразователя напряжения на этой микросхеме, по мнению автора, являются:

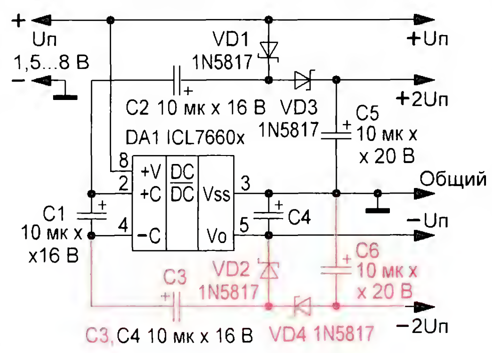
— высокий КПД на малых токах нагрузки (до десятков миллиампер);

— малый собственный ток потребления (десятки микроампер);

— отсутствие накопительного дросселя.

Дроссели стали уже "классикой" в преобразователях напряжения, но зачастую их применение снижает КПД преобразователей, особенно маломощных, кроме того, подходящий дроссель не всегда доступен и требуется его изготовление. Поэтому маломощные преобразователи на коммутируемых конденсаторах в некоторых случаях могут иметь преимущество [2].

Схемы для построения преобразователя на микросхемах серии 7660 приведены в описаниях от производителей (даташитах), например, в [1]. К сожалению, там не нашлось схемного решения преобразователя с удвоенными по отношению к входному и двухполярными выходными напряжениями без применения ещё одной (дополнительной) микросхемы и двух конденсаторов. Однако применение дополнительной микросхемы нецелесообразно уже с финансовой точки зрения.



После анализа принципа работы преобразователя на одной микросхеме 7660 выяснилось, что от него можно получить не только удвоенное выходное напряжение положительной полярности, но и удвоенное отрицательное без применения дополнительной микросхемы. Доработанная схема преобразователя приведена на **рисунке**. Красным цветом выделен канал с удвоенным выходным напряжением отрицательной полярности ($-2U_п$). При указанном на схеме интервале входного напряжения преобразователя от 1,5 до 8 В на выходах получают напряжения ±1,5...8 В и ±3...16 В соответственно.

Следует отметить, что все параметры и рекомендации производителей, например, в [1], по выбору элементной базы (диоды и конденсаторы) справедливы и для приведённого на рисунке схемного решения. Особенности выбора выпрямительных диодов для повышения КПД преобразователя при малых токах нагрузки с учётом их ёмкости и допустимого обратного тока были приведены в [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. ICL7660S, ICL7660A Super Voltage Converters. — URL: **http://www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/icl7/icl7660s-a.pdf** (27.01.15).

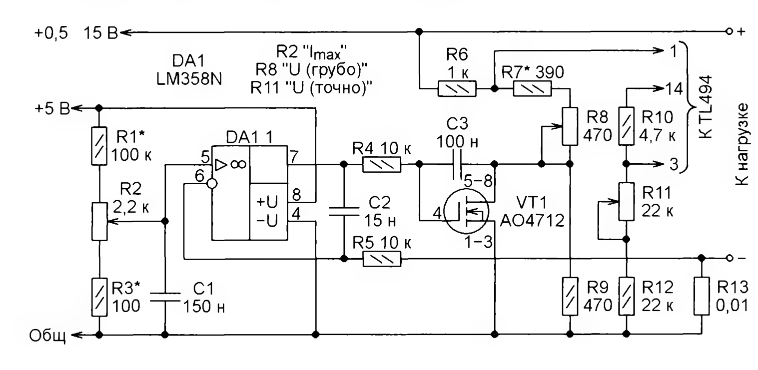
2. **Глибин С.** Питание мультиметра М-832 от двух аккумуляторов. — Радио, 2014, № 6, с. 21, 22.

Доработка "Импульсного блока питания на базе БП ПК"

А. КРОН, г. Большой Камень Приморского края

Когда я повторил "Импульсный блок питания на базе БП ПК" [1], выяснилось, что он хорошо работает в режиме стабилизации тока только с пассивной нагрузкой. При подключении к нему для зарядки аккумуляторной батареи устойчивость системы стабилизации тока нарушается. Внешне это проявляется как "верещание" блока на звуковой частоте. Между прочим, автор статьи [2], описывая подобную конструкцию, предупреждает о возможном самовозбуждении и предлагает методы его устранения.

Мне удалось решить проблему в блоке [1], заменив в нём узел формирования сигнала рассогласования по току на ОУ DA1 (рис. 3 в [1]) узлом, собранным по схеме, показанной на **рисунке**.



Здесь последовательно с переменным резистором R8 (R1 на рис. 1 в [1]) включён дополнительный резистор R9, параллельно которому подключён канал сток—исток полевого транзистора VT1. Напряжение на затворе полевого транзистора, пропорциональное разности напряжения установки тока, снимаемого с движка переменного резистора R2, и напряжения, снимаемого с датчика тока нагрузки — резистора R13 (R3 на рис. 3 [1]), формирует ОУ DA1.1. За основу взят источник тока, управляемый напряжением, использованный в [3], но ёмкость конденсатора C2 увеличена с 1000 пФ в оригинале до 0,015 мкФ для устранения самовозбуждения.

Вместо транзистора AO4712 можно применить AO4468, AO4710, FDS4410 и другие полевые транзисторы с изолированным затвором и каналом n-типа. Их можно найти в сетевых блоках питания ноутбуков.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Митюрев С.** Импульсный блок питания на базе БП ПК. — Радио, 2004, № 10, с. 32—34; 2005, № 9, с. 52.

2. **Андрюшкевич В.** Переделка компьютерного блока питания в лабораторный и зарядное устройство. — Радио, 2012, № 3, с. 22—24.

3. **Нечаев И.** Эквивалент нагрузки источника питания. — Радио, 2013, № 8, с. 51.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Об отверстиях в листовых материалах

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Одна из необходимых технологических операций при изготовлении деталей и узлов в радиолюбительской практике — проделывание отверстий в различных листовых материалах. Но если с круглыми отверстиями диаметром 0,8...6 мм особых проблем обычно не возникает — их просто сверлят свёрлами соответствующего диаметра, зажатыми в патрон дрели или сверлильного станка (впрочем, тонкости есть и здесь [1, 2]), то для того чтобы проделать, например, узкое (щелевое) отверстие, приходится применять более сложные технологические цепочки: высверливать ряд близко расположенных отверстий с последующим удалением перемычек и опиливанием неровностей плоским надфилем либо, просверлив по краям будущего щелевого отверстия два круглых, удалять перемычку между ними специальным инструментом [3], либо выпиливать её лобзиком с пилкой по металлу, либо, наконец, использовать простейший вырубной штамп [4]. Сегодня мы публикуем статью нашего постоянного автора Константина Ивановича Мороза, в которой он делится своим богатым опытом проделывания отверстий разных форм и размеров в листовых материалах.

В радиолюбительской практике наиболее часто применяются листовые электроизоляционные материалы толщиной до 2 мм (гетинакс, текстолит, органическое стекло, полистирол) и листы из цветных металлов и сплавов (в основном алюминиевых и медных) до 1 мм. Предлагаю вниманию радиолюбителей свои технологические наработки по проделыванию отверстий различной формы в этих материалах.

Щелевые отверстия шириной 1 и длиной 5 мм и более в этих материалах я проделываю с помощью специального инструмента — комплекта пробойников различной длины и матрицы. Прототипом послужило приспособление, описанное в статье [4]. Получив номер журнала с этой статьёй, я заказал изготовление приспособления на ремзаводе — в домашних условиях из-за применения специальных сталей и термообработки изготовить его было нереально. Опробовав инструмент, остался недоволен: из-за широкой (3 мм) щели для пробивания отверстия потребовалось применить тяжёлый слесарный молоток, что из-за малой высоты пробойника привело к травме, да и сама широкая щель ограничивала область применения приспособления. В результате пришёл к следующим выводам:

— для большей универсальности приспособления получаемое с его помощью щелевое отверстие должно быть гораздо у́же;

— пробивание отверстия должно производиться с возможно меньшими усилиями;

— изготовление приспособления должно быть доступно в домашних (гаражных) условиях.

После проб и ошибок получился инструмент, который я применяю с осени 1980 г. — свыше тридцати лет! Так же, как и прототип, он состоит из пробойника и матрицы, чертежи которых представлены соответственно на **рис. 1** и **2**. Пробойник изготовлен из обломка полотна ножовки по дереву толщиной 1 мм. "Болгаркой" с отрезным кругом осторожно, чтобы не перегреть и не отпустить металл, нарезаю заготовки необходимой длины. Изображённую на рис. 1 форму пробойнику придаю на электроточиле при постоянном смачивании водой.

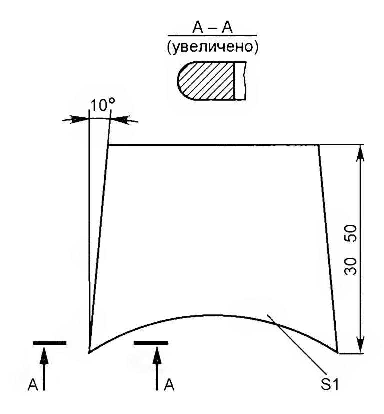


Рис. 1

Матрица состоит из двух одинаковых деталей 1, изготовленных из равнополочного стального уголка 32×32×4 (ширина полки — 32, толщина — 4 мм) и скреплённых четырьмя винтами 6 (М5) с гайками 2. При сборке между деталями 1 на винты 6 надеты шайбы 4 такой толщины, что пробойник 3 входит в полученную щель с небольшим усилием. Для получения более острой режущей кромки на нижние (по главной проекции на рис. 2) винты дополнительно надеты по одной шайбе 7 толщиной 0,1 мм. При окончательной сборке гайки законтрены нитрокраской, нанесённой на выступающие концы винтов.

Рабочая плоскость матрицы получена стачиванием верхних (также по главной проекции на рис. 2) скруглённых кромок деталей 1 на точиле. Для выравнивания рабочей плоскости и затачивания режущих кромок применена наждачная бумага, наклеенная на брусок. Несмотря на отсутствие термообработки, затачивать кромки приходится сравнительно редко — всего несколько раз за год. Раз в несколько лет лёгкими ударами молотка расклёпываю рабочую поверхность матрицы, а затем пробойником срезаю получившийся заусенец в щели — так восстанавливаю первичный зазор в матрице.

Работаю с приспособлением так. Исходя из необходимой длины щелевого отверстия, подбираю или изготавливаю пробойник. Просверлив в заготовке крайние отверстия диаметром 1 мм, кладу её на лист ДВП, вставляю в отверстия острые концы пробойника и лёгкими ударами молотка осаживаю его так, чтобы концы выступили с обратной стороны заготовки на 0,2...0,3 мм. Далее заготовку 5 (рис. 2) помещаю на матрицу так, чтобы выступающие концы пробойника 3 попали в щель между деталями 1 матрицы и, ударяя молотком по нему, прорезаю отверстие. Для повышения его качества и снижения силы ударов прорезание веду, попеременно наклоняя пробойник то в одну, то в другую сторону (для этого он выполнен сужающимся к верхней части).

Если длина требуемого щелевого отверстия превышает соответствующий размер имеющегося пробойника, то его прорезаю в два (или более) приёма, сверля дополнительные отверстия. Если же необходимо щелевое

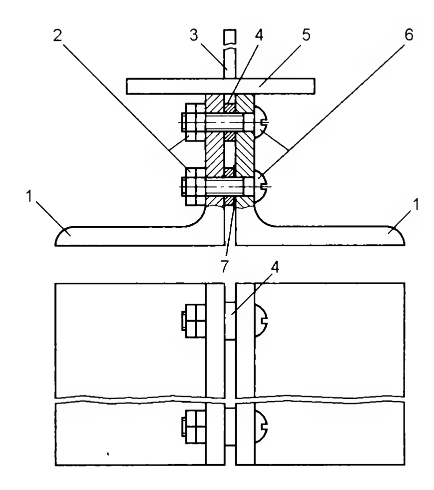


Рис. 2

отверстие большей ширины, прорезаю второе такое же отверстие параллельно первому и удаляю образовавшуюся перемычку.

Круглые отверстия большого (свыше 10 мм) диаметра получаю с помощью этого же штампа, вырезав в заготовке вписанный в окружность многоугольник

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
РАДИО®

и спилив затем излишки материала полукруглым напильником. Для вырезания шестиугольного отверстия удобно использовать пробойник с длиной рабочей части, равной радиусу требуемого отверстия, двенадцатиугольного — половине радиуса. Проделывая щелевые отверстия по намеченному контуру, можно вырезать в заготовке отверстия самой замысловатой формы. При небольшом навыке отверстия в листовом металле толщиной менее 0,5 мм можно не сверлить, сразу пробивая их пробойником.

Если изоляционный материал хрупкий или имеет большую толщину, щелевые отверстия проделываю традиционным способом: высверливаю ряд отверстий, удаляю перемычки и опиливаю образовавшиеся неровности плоским надфилем. Перемычки удобно удалять зубными борами, зажатыми в патроне микродрели. Бывшие в употреблении боры можно приобрести за символическую цену в стоматологических кабинетах. Обеззараживаю их кипячением в отработанном машинном масле и в дальнейшем храню в промасленной ветоши.

При ширине отверстия, превышающей 2 мм, опиливание неровностей трудностей не вызывает — толщина стандартного плоского надфиля равна 1,8 мм. Если же отверстие у́же (1,5...2 мм), дорабатываю надфиль —стачиваю его на точиле с одной стороны на 0,5 мм (до толщины 1,3 мм). Во избежание недопустимого нагрева металла постоянно смачиваю надфиль водой. Работать таким инструментом следует без излишнего нажима, так как сталь, из которой он изготовлен, весьма хрупкая. При длине требуемого щелевого отверстия, большей 10 мм, хорошей альтернативой надфилю будет пилочка для ногтей.

Для опиливания неровностей в щелевых отверстиях шириной менее 1,5 мм применяю самодельные надфили: на металлическую пластину соответствующей ширины и толщины наклеиваю клеем "88" или "Момент" полоску наждачной бумаги необходимой зернистости. По мере износа наждачную бумагу заменяю.

В листовых материалах толщиной до 1 мм узкие (шириной до 1 мм) щелевые отверстия получаю за два приёма: вначале сверлю крайние отверстия сверлом диаметром, равным ширине требуемого щелевого, а затем удаляю перемычку между ними резаком (крайние отверстия необходимы для ограничения его перемещения). Резак по форме похож на традиционный, но изготовлен из тонкой упругой стали от плоских пружин будильников, заводных игрушек и т. п. Ширина получаемого отверстия — чуть больше толщины материала резака. Самые узкие — шириной 0,08 и 0,1 мм — отверстия проделываю с помощью резаков, изготовленных из обломков лезвий безопасной бритвы на алмазном круге. Резку веду по металлической линейке, периодическую заточку производжу алмазным бруском.

Сверление отверстий диаметром менее 0,5 мм в листовых цветных металлах и сплавах из-за большой вязкости материала затруднено — велик риск сломать сверло, обломок которого можно извлечь из отверстия только химическим или электрохимическим способом. Я проделываю мелкие отверстия в листовых цветных металлах толщиной до 1 мм следующим образом. Пробку из натурального материала от винной бутылки протыкаю швейной иглой нужного диаметра так, чтобы её остриё выступило с противоположной стороны на 0,1...0,3 мм. Остальную часть иглы со стороны ушка обламываю заподлицо с пробкой. Положив заготовку на кусок ДВП, выдвигаю иголку из пробки на 5...10 мм, помещаю её остриё в накернённую точку на заготовке и надвигаю пробку на иголку, не смещая её. После этого наношу резкий удар слесарным молотком весом от 0,5 кг по пробке. Она при этом сжимается, и иголка прокалывает листовой металл.

Самые мелкие (до нескольких микрон) отверстия и самые узкие щели для изделий типа форсунок или фильер из листового металла получаю, расклёпывая края отверстий чеканочным молотком со сферическим бойком. С медью и её сплавами проблем не возникает, а лист из наиболее распространённого алюминиевого сплава — дюралюминия марки Д16Т для повышения пластичности целесообразно отжечь. Для этого поверхность листа в месте предполагаемой обработки натираю хозяйственным мылом, а с противоположной стороны нагреваю заготовку в пламени газовой горелки до почернения следов мыла. После остывания заготовки на воздухе обрабатывать её значительно легче. Через несколько дней дюралюминий стареет и восстанавливает свои механические параметры.

"Передвинуть" неудачно проделанное отверстие в листовом металле на несколько десятых долей миллиметра можно, расклёпывая его края со стороны, противоположной направлению сдвига, и растачивая надфилем в сторону сдвига.

Для полировки внутренней поверхности отверстия малого диаметра использую нитку соответствующего диаметра, пропустив её в отверстие и натерев пастой ГОИ. Если же этой пастой натереть остро заточенную спичку, то такой "развёрткой" можно круглое отверстие малого диаметра превратить в конусное.

Щелевые отверстия в листовых материалах толщиной более 1 мм пропиливаю с помощью лобзика и самодельных пилок. Для самых узких щелей применяю пилки из сталистой проволоки соответствующего диаметра. Натянув её в станке лобзика, поперечными движениями полоски мелкой наждачной бумаги наношу на проволоку шероховатости, которые при работе выполняют функцию зубьев пилки. По мере износа в процессе работы шероховатости возобновляю таким же способом.

Щелевые отверстия большей ширины пропиливаю абразивными пилками. Для их изготовления натягиваю на забитые в доску гвозди несколько рядов проволоки, которую затем обезжириваю, смазываю эпоксидным клеем и припудриваю абразивным порошком. Последний получаю, прокипятив в воде наждачную бумагу (годится как новая, так и изношенная). Высушив образовавшийся осадок, использую его для изготовления пилок и надфилей: первые покрываю одним слоем абразивного порошка, а вторые — несколькими чередующимися слоями клей—порошок. Через сутки, после полимеризации эпоксидного клея, проволоку с абразивным порошком снимаю с гвоздей и нарезаю на куски необходимой длины. Работать такой пилкой необходимо без особого усилия, постоянно смачивая место пропила водномыльной эмульсией. Круглую пилку не уводит в сторону, ею можно резать в любом направлении.

Абразивную пилку большого диаметра для прорезания перемычек изготавливаю следующим образом. Суровую нитку нарезаю на отрезки необходимой длины и пропитываю подогретым на водяной бане эпоксидным клеем. Насыпав на пластину из органического стекла слой абразивного порошка, укладываю на него нить и пластиной из этого же пластика толщиной 4 мм с усилием прокатываю её по порошку, вдавливая его крупицы в тело нити. Органическое стекло применяю из-за его плохой адгезии к эпоксидному клею. Абразивный порошок необходимой зернистости для этого инструмента получаю из содержимого бункера пылесборника электроточила. Удалив с помощью постоянного магнита ферромагнитные включения, размешиваю порошок в воде. Выждав примерно 10 с, воду сливаю — так удаляю органические включения и самую мелкую абразивную пыль. Оставшийся осадок, на мой взгляд, имеет оптимальный фракционный состав.

Кстати, из этого порошка, замешанного на эпоксидном клее, получается отличный абразивный инструмент в виде различных тел вращения — конуса прямого и обратного, цилиндра, сферы, эллипсоида и т. п. Для этого в какой-либо ёмкости заформовываю в абразивный порошок гвоздь соответствующего диаметра. После полимеризации эпоксидного клея зажимаю гвоздь в патроне микродрели и, обтачивая его обломком надфиля, придаю инструменту нужную форму. Работать таким инструментом следует, не допуская его перегрева. Чистота поверхности, по мнению автора, гораздо выше по сравнению с той, что получается при обработке промышленными абразивными инструментами.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Верховцев О. Г., Мотов К. П.** Практические советы мастеру-любителю. Электротехника. Электроника. Материалы и их обработка. 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1988.

2. **Фролов В. В.** Радиолюбительская технология. — М.: ДОСААФ, 1975.

3. **Подушкин И.** Прорезание щелевых отверстий. — Радио, 2009, № 4, с. 30.

4. **Исаков В.** Пробивка узких щелей. — Радио, 1980, № 7, с. 46.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО № 3, 2015

"Антизалив"

Е. АКСЁНОВ, г. Киев, Украина

Предлагается устройство, схема которого изображена на **рис. 1**. Основой для его разработки послужил индикатор влажности, описанный в статье **И. Забелина** в подборке "Два индикатора влажности" ("Радио", 2007, № 8, с. 42). Изменена конструкция датчиков. Кроме того, он дополнен исполнительным устройством — электромагнитным клапаном, в аварийных случаях перекрывающим поступление холодной воды в водопроводную сеть квартиры.


Рис. 3

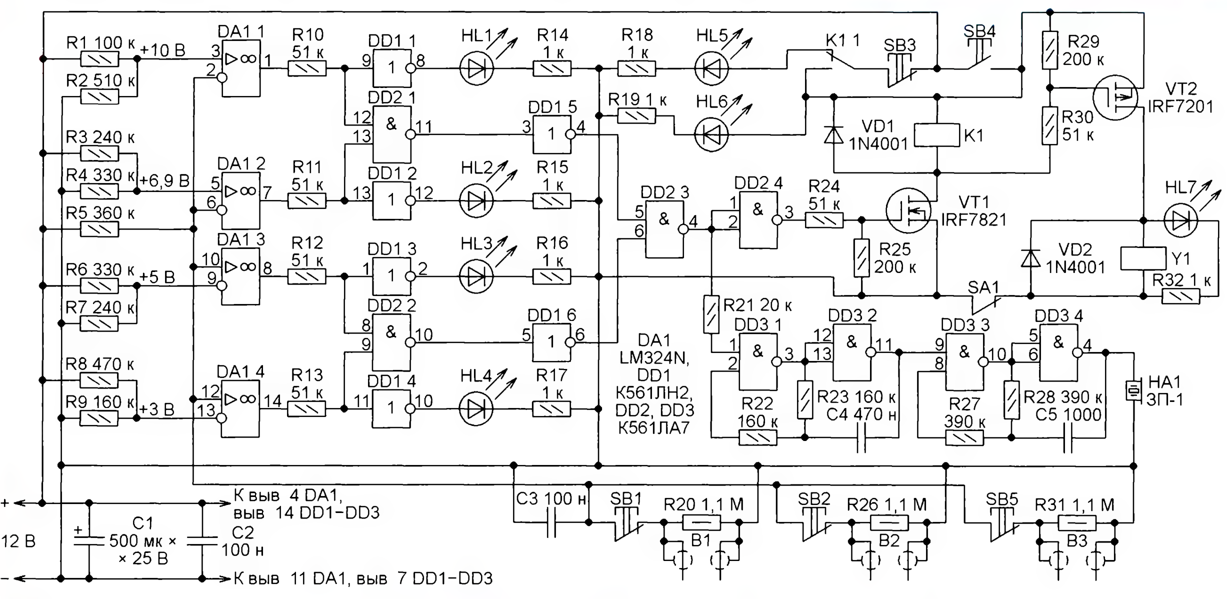


Рис. 1

Устройство состоит из четырёх компараторов напряжения на ОУ микросхемы DA1. На инвертирующие входы ОУ DA1.1, DA1.2 и неинвертирующие входы ОУ DA1.3, DA1.4 поступает напряжение с делителя, образованного резистором R5 и тремя параллельно соединёнными резисторами R20, R26, R31, каждый из которых образует с парой электродов датчик влажности (соответственно B1—B3). На противоположные входы ОУ поданы образцовые напряжения 10 В (с делителя R1R2), 6,9 В (с делителя R3R4), 5 В (с делителя R6R7) и 3 В (с делителя R8R9).

Сопротивление сухих датчиков велико, и напряжение на них близко к 6 В, поэтому все компараторы находятся в состоянии с высоким логическим уровнем напряжения на выходе. Уровни на выходах инверторов DD1.1—DD1.4 низкие, и светодиоды HL1—HL4 погашены. На выходе четырёхвходового логического узла И, образованного элементами микросхемы DD2 и инверторами DD1.5 и DD1.6, уровень в этом состоянии тоже высокий, поэтому на затвор полевого транзистора VT1 поступает открывающее напряжение. Работа генератора звукового сигнала на микросхеме DD3 запрещена низким уровнем на верхнем по схеме входе элемента DD3.1.

Если в этом состоянии нажать на кнопку SB4, то благодаря открытому транзистору VT1 сработает реле K1. Переключившиеся контакты этого реле обеспечат подачу питания на узлы на транзисторах VT1 и VT2, даже когда кнопка SB4 будет отпущена. Транзистор VT2 откроется, и напряжение поступит на электромагнит Y1 нормально закрытого водяного электроклапана. В водопроводную сеть квартиры будет подана вода. Закрыть клапан можно в любой момент нажатием на кнопку SB3. Выключатель SA1 позволяет обесточить обмотку электроклапана на время проведения наладочных и ремонтных работ.


Рис. 2

При увлажнении любого из датчиков его сопротивление значительно уменьшается и напряжение на соединённых с датчиками входах компараторов падает. В зависимости от степени увлажнения изменяет состояние компаратор DA1.3 или два компаратора DA1.3 и DA1.4 и включаются управляемые ими один или два светодиода. Уровень на выходе элемента DD2.4 становится низким, что приводит к закрыванию транзистора VT1. Если электроклапан был открыт, он закрывается и вернуть его в открытое состояние нажатием на кнопку SB4 до устранения протечки и высыхания датчика уже нельзя.

Поочерёдно нажимая на кнопки SB1, SB2, SB5, можно определить, какой датчик сработал. При нажатии на соответствующую этому датчику кнопку погаснет светодиод HL3 (или светодиоды HL3 и HL4) и включится светодиод HL2. При разрыве цепей всех трёх датчиков (в случае обрыва провода или при одновременном нажатии на кнопки SB1—SB3) включится светодиод HL1.

Светодиоды HL5 и HL6 отображают состояние реле K1, а светодиод HL7 сигнализирует о наличии напряжения на обмотке электромагнита водяного клапана.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38

Каждый датчик влажности представляет собой два экранированных провода длиной 30...50 см, помещённых в чехол из гигроскопичной ткани (**рис. 2**). В пластмассовой коробке находятся резисторы R20, R26 или R31 (**рис. 3**). Экранирующая оплётка каждого провода соединена с его центральной жилой. Чехол фиксирует расстояние между проводами по всей их длине, не давая оплёткам соприкасаться. Зачехлённые провода прокладывают в вероятных местах скопления воды при протечках. При увлажнении ткани сопротивление между ними проводами уменьшается до нескольких килоом.

В качестве K1 подойдёт любое маломощное реле с напряжением срабатывания 10...11 В. Автор использовал реле РЭС15 исполнения РС4.591.004 (сопротивление обмотки — 720 Ом). Подойдут также реле РЭС10 исполнений РС4.529.031-04 и РС4.529.031-09 (сопротивление обмотки — 120 Ом), РЭС34 исполнений РС4.524.370-24 и РС4.524.370-29 (сопротивление обмотки — 120 Ом), РЭС-55А исполнений РС4.569.600-01 и РС4.569.600-06 (сопротивление обмотки — 377 Ом).

Применён нормально закрытый водяной электроклапан 21НТ4КОУ160 1/2" 12 В, 12 Вт итальянского производства. Возможно применение электроклапана и с питанием от сети 230 В, 50 Гц, но для него необходимо сделать по одной из известных схем дополнительный симисторный узел управления с обязательной оптронной гальванической развязкой.

Чтобы не остаться без воды при неисправности описанного устройства или в случае аварийного отключения электропитания, в водопроводе необходимо предусмотреть обход нормально закрытого электроклапана с вентилем, управляемым вручную. Применять нормально открытый электроклапан нельзя, он не даст возможности отключить воду при неисправности устройства управления им.

Описанное устройство "антизалив" работает несколько лет, предупреждая о заливе при засорении системы слива, трещинах и неплотностях в водопроводной арматуре, протечках у соседей. Оно приучило аккуратно пользоваться водой, не разливая её и не разбрызгивая по помещению. Устройство легко усовершенствовать, добавив ещё один клапан, перекрывающий и горячую воду.

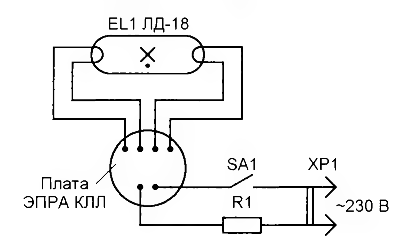
ЛДС + электроника КЛЛ = надёжный светильник

М. СТУКАЧ, Речинский р-н Гомельской обл., Белоруссия

При отсутствии обычных для больших городов удобств приходится приспосабливать для обустройства быта порой неожиданные вещи. Вот и сегодня — пришлось комбинировать унифицированную ЛДС-20 (лампу дневного света мощностью 20 Вт) и неисправную энергосберегающую лампу с так называемым электронным балластом (или ЭПРА — электронным пускорегулирующим аппаратом). Может быть, кому-нибудь пригодится мой опыт. С подобной проблемой может, например, столкнуться владелец незатейливой дачи, где не требуются светильники ультрасовременных конструкций и форм... Выгода — относительно невысокая стоимость комплектующих, простота сборки и монтажа и долговечность светильника при хорошей светоотдаче. Вообще, я считаю, что лампы ЛДС-20 — одни из самых надёжных. Сейчас они выпускаются под маркой ЛД(ЛБ)-18, стоят недорого и также надёжны (убедитесь впоследствии на собственном опыте). Существенный недостаток светильников с этими лампами — большая масса и усложнение внутрисветильниковой проводки из-за применения массивного электромагнитного дросселя (балласта) и газонаполненного стартёра со всей соответствующей арматурой крепления. В некоторых конструкциях светильников предусмотрен также компенсирующий бумажный конденсатор ёмкостью порядка нескольких микрофарад довольно внушительных габаритов, что без наличия соответствующей арматуры усложняет крепление лампы в нужном месте.

Используя электронный балласт вышедшей из строя энергосберегающей лампы (с неисправной, перегоревшей колбой), саму лампу ЛБ(ЛД)-18(20) стержневой цилиндрической формы (широко применяется в настоящее время в потолочных встраиваемых светильниках на четыре лампы), несколько метров провода, резистор (обычно сопротивлением несколько ом) и выключатель, собираем светильник (его схема показана на **рисунке**), который можно использовать в любом удобном месте.

Как-то года три назад по просьбе хороших знакомых провёл стационарное освещение в подсобное помещение (чулан), находящееся в прихожей основного жилища. Казалось бы, что за



проблема — энергосберегающая лампа с резьбовым цоколем, соответствующий патрон, выключатель и несколько метров провода (соответствующего нагрузке) от распределительной коробки? Для знакомых с азами электротехники — никаких проблем. Проблема возникла позже. За неполный год (и при не частом пользовании освещением в подсобном помещении) пришлось трижды менять саму лампу. Надёжность порой не выдерживает никакой критики. Причём каждый раз покупались лампы разных фирм-производителей. В конце концов терпение лопнуло. В той же кладовой был обнаружен запас люминесцентных ламп ЛДС-20 ещё советского производства. Используя такую лампу и электронный балласт (плату) из вышедшей из строя КЛЛ (компактной люминесцентной лампы) мощностью 12—18 Вт (вполне хватает для розжига и работы 20-ваттной лампы), собрал светильник. Работает исправно уже несколько лет.

Обычно неисправность лампы возникает из-за выгорания колбы, обрыва нити накала — в этом случае электроника остаётся работоспособной. Аккуратно вскрываем корпус лампы лезвием плоской отвёртки, снимаем пинцетом с четырёх штыревых выводов проволочные выводы колбы (обычно на плате выводы для подключения электродов лампы расположены попарно — на две нити накала и их трудно спутать с чем-то другим). Весь монтаж необходимо вести пайкой. Сразу припаиваем первую пару проводов длиной примерно 50 см, затем вторую — длиной примерно 1,5 м (впоследствии при монтаже их укорачивают до нужной длины). Провода, соединяющие плату с лампой, рекомендую припаивать к выводам лампы, предварительно аккуратно их залудив с применением канифоли. После пайки выводы изолируют отрезками поливинилхлоридной трубки. Плату крепят рядом с лампой к стене (потолку) шурупом-саморезом и закрывают сверху подходящим по диаметру колпаком из пластика (часть флакона из-под моющего средства). Многие знакомые повторили конструкцию. Три года — довольно солидный срок, рекламаций нет.

Автомат выключения насоса

В. АТЛАСОВ, с. Тарасово Атяшевского р-на, Мордовия

При закачивании насосом воды в какую-либо ёмкость пользователь зачастую просто забывает в нужный момент его выключить, что приводит к таким неприятным последствиям, как

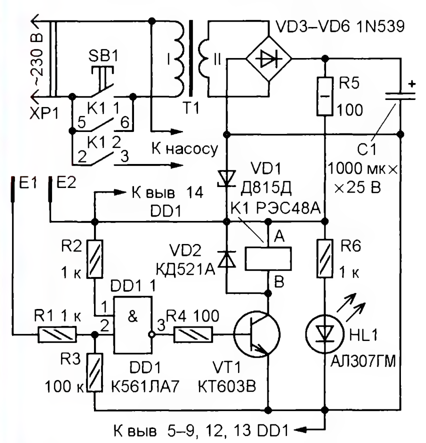


Рис. 1

заливание помещения водой. Предлагаемое устройство создано для решения данной проблемы. Работает оно по принципу "нажал и забыл", поэтому не нужно беспокоиться об отключении насоса от сети: когда он накачает воду в ёмкость до необходимого уровня, оно выключит его и одновременно выключится само.

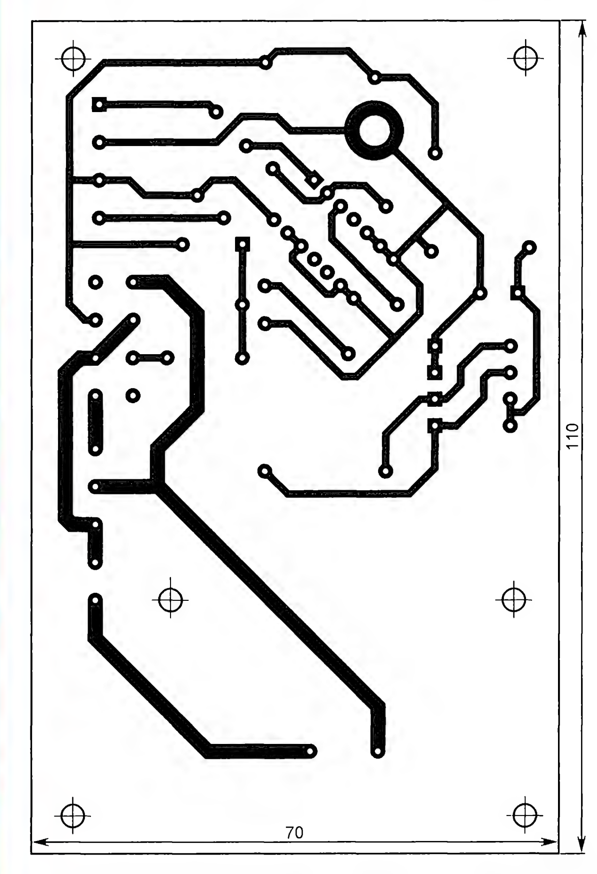
Схема устройства показана на **рис. 1**. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 напряжение сети 230 В подаётся на первичную обмотку трансформатора T1. В результате на его вторичной обмотке появляется пониженное напряжение около 15...16 В, которое после выпрямления диодным мостом VD3—VD6, сглаживания конденсатором C1 и стабилизации параметрическим стабилизатором R5VD1 преобразуется в постоянное напряжение 12 В, которым питаются микросхема DD1 и обмотка реле K1. Микросхема DD1 содержит четыре логических элемента 2И-НЕ. Один из них используется в описываемом устройстве, входы остальных, в соответствии с рекомендациями по применению КМОП-микросхем, соединены с общим проводом.

При отсутствии воды или недостаточном её уровне в ёмкости контакты E1 и E2 находятся в воздухе и сопротивление между ними практически равно бесконечности. Верхний (по схеме) вход (вывод 1) элемента DD1.1 через резистор R2 подключён к линии питания (+12 В), поэтому на нём поддерживается уровень лог. 1, а нижний (вывод 2) через R5 — к общему проводу, поэтому на нём присутствует лог. 0. При такой комбинации входных сигналов напряжение на выходе (вывод 3) элемента DD1.1 имеет уровень лог. 1, поэтому после нажатия на кнопку транзистор VT1 открывается, реле K1 срабатывает и его контакты K1.1 блокируют контакты нажатой кнопки (теперь её можно отпустить), а контакты K1.2 замыкают цепь питания насоса.

Когда уровень воды в ёмкости поднимется настолько, что контакты E1 и E2 окажутся в воде, сопротивление между ними уменьшится, уровень лог. 0 на выводе 2 DD1.1 сменится уровнем лог. 1, а такой же уровень на его выходе — уровнем лог. 0. В результате транзистор VT1 закроется, реле отпустит и его контакты отключат от сети как насос, так и само устройство.

Светодиод HL1 служит для индикации работы автомата, а также (вместе с резисторами R5, R6) для разрядки конденсатора C1, чем исключается дребезг контактов реле K1 после отключения устройства. Диод VD2 защищает транзистор от противоЭДС, возникающей на обмотке реле в момент его отпускания.

Чертёж печатной платы устройства и расположение деталей на ней показаны на **рис. 2**. Резисторы — МЛТ, С2-33, конденсатор — оксидный импортный, реле K1 — РЭС48А исполнения РС4.590.202 или РС4.590.202-01 (сопротивление обмотки — 85...115 Ом, ток срабатывания — 52 мА). Трансформатор T1 — любой малогабаритный с вторичной обмоткой на 15...16 В при потребляемом



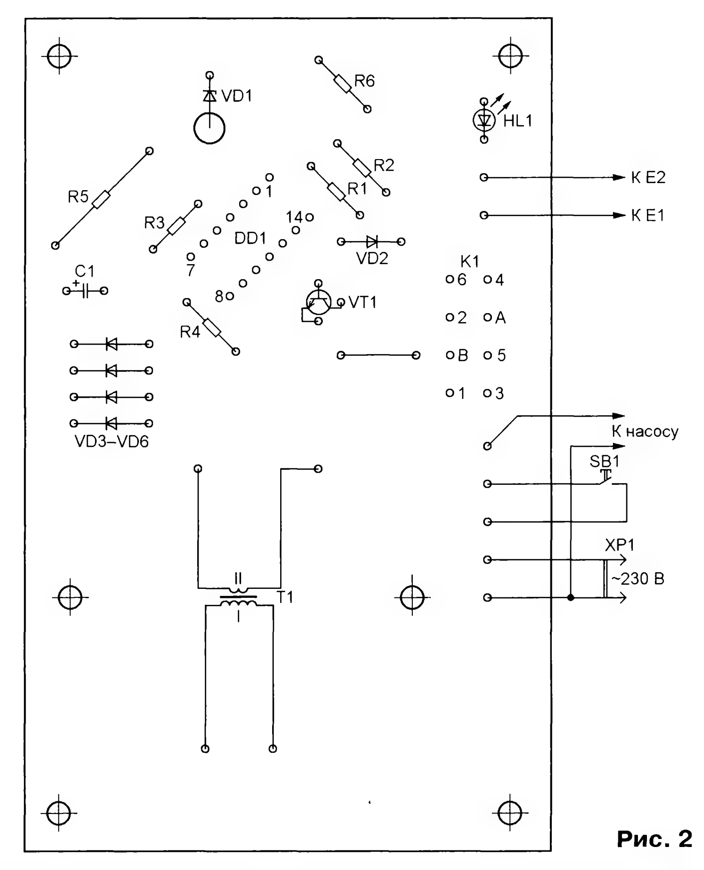


Рис. 2

токе 0,2 А. Устройство не требует налаживания и при правильной сборке и исправных деталях начинает работать сразу же после первого его включения.

Для понижения напряжения сети настоятельно рекомендуется применять трансформатор, это обеспечит гальваническую развязку от сети и безопасность при пользовании устройством.

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Доработка светильника "Облик"

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Через несколько дней после покупки компактный ночной светодиодный светильник "Облик" (**рис. 1**) не включился... Чтобы выявить причину выхода



Рис. 1

из строя, он был разобран, и по печатной плате и установленным на ней деталям составлена его принципиальная схема (**рис. 2**). Как оказалось, ночник перестал светить из-за неисправности одного из светодиодов, что могло произойти из-за броска тока в момент включения питания, поскольку сопротивления установленного изготовителем резистора R1 недостаточно для ограничения максимального тока до безопасного для светодиодов уровня. Одновременно с ремонтом изделие было доработано.

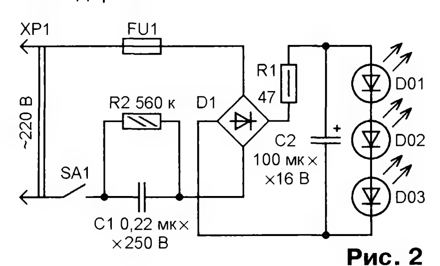


Рис. 2

тором такой же ёмкости с номинальным переменным напряжением 275 В, что значительно повышает надёжность светильника.

Резистор R2 с рассеиваемой мощностью 0,125 Вт, через который разряжается конденсатор C1 после отключения питания, заменён резистором (R3) с рассеиваемой мощностью 0,25 Вт, что снижает вероятность его пробоя, из-за чего также может произойти повреждение светодиодов. Токоограничивающий резистор R1, защищающий светодиоды от броска тока, заменён резистором R4 сопротивлением 1 кОм, а конденсатор фильтра выпрямленного напряжения C2 — конденсатором большей ёмкости и с большим номинальным напряжением.

Стабилитрон VD2 ограничивает рост напряжения на обкладках конденсатора C3. При разомкнутых контактах выключателя SA1 ночник работает в режиме пониженной яркости, в котором ток через светодиоды уменьшен до 2 мА. В обычном режиме (контакты SA1 замкнуты) ток через светодиоды — около 12 мА, а напряжение на обкладках конденсатора C2 — около 18 В. Вид на монтаж доработанного светильника показан на **рис. 4**.

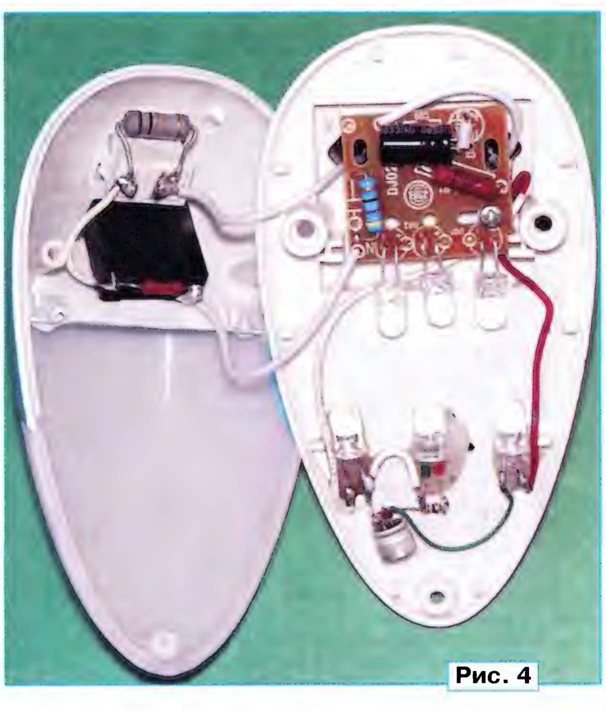


Рис. 4

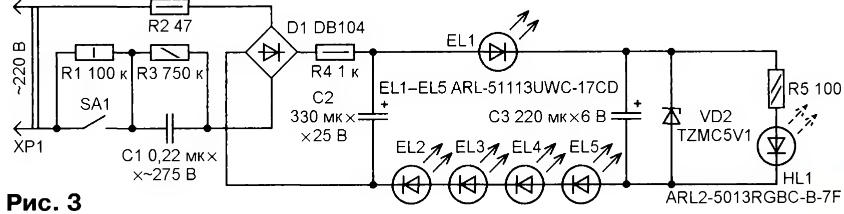


Рис. 3

Схема доработанного светильника показана на **рис. 3**. Вместо трёх сверхъярких светодиодов с укороченными линзами установлены пять светодиодов EL1—EL5 белого цвета свечения с обычными линзами, которые светят примерно в 3...5 раз ярче прежних. В декоративных целях установлен многоцветный мигающий светодиод HL1. Вместо печатной плавкой вставки FU1, рассчитанной на ток срабатывания примерно 5...10 А, установлен защитный резистор R2, который сгорит при пробое балластного конденсатора C1 или диодов выпрямительного моста D1. Балластный конденсатор C1 ёмкостью 0,22 мкФ с номинальным постоянным напряжением 250 В заменён конденса-

Если вы решили собрать ночник по схеме, изображённой на рис. 3, с "чистого листа", то резистор R4 можно исключить (заменив перемычкой), а вместо R2 установить резистор сопротивлением 1...1,5 кОм.

Светодиоды ARL-5113UWC-17CD (белого цвета свечения, яркость 17 кд, диаметр линзы 5 мм), можно заменить на ARL-5213UWC-17cd-BS или более яркие ARL-5213UWC-20cd-BS, ARL-5213UWC-20cd-NS, ARL-5213UWC-25cd, ARL-5213UWC-35cd. Мигающий трёхкристальный светодиод ARL2-5013RGBC-B-7F заменим любым аналогичным, например, ARL-5013RGBC-B-7color Slow, ARL-5013RGBC-B-7color Fast, ARL-5013RGBW-B-7color Fast, ARL-5013RGBW-B-7color Slow, RGBFYL-5013RGBC-B-Q.

Вместо диодного моста DB104 можно применить, например, КЦ407А, КЦ422Г, W04M, а вместо стабилитрона TZMC5V1 (он припаян к выводам конденсатора C3) — 1N4733A, BZV55C-5V1, КС156А. Оксидные конденсаторы — импортные аналоги К50-68 (при наличии в корпусе устройства свободного места желательно установить конденсаторы ёмкостью, в 3...5 раз большей, чем указано на схеме). Балластный конденсатор C1 — плёночный с номинальным постоянным напряжением 630 В или переменным не ниже 250 В. В качестве резисторов R3 и R4 желательно применить невозгораемые Р1-7 или импортные разрывные, остальные могут быть любого типа общего применения (РПМ, МЛТ, С1-4, С1-14, С2-23 и т. п.).

Всё сказанное выше применимо и к другим имеющимся в продаже светильникам, которым присущи недостатки, выявленные при анализе схемы и спецификации ночника "Облик".

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2015

Часы с простым в управлении будильником

В. ПРОКОШИН, г. Орёл

С этими часами обращаться просто и удобно. Они предназначены для тех, кто не ориентируется в большом числе непонятных кнопок на панели управления.

В часах применены КМОП-микросхемы, потребляющие малую мощность, что позволило организовать резервное батарейное питание, обеспечивающее бесперебойную работу часов при временном отключении сетевого напряжения. Для управления газоразрядными индикаторами использованы высоковольтные ДТЛ-дешифраторы серии К511, не требующие в данном случае дополнительных буферных элементов для согласования с КМОП-микросхемами.

Схема часов с будильником представлена на **рис. 1**. Микросхема К176ИЕ12 (DD1), описание которой можно найти в статье **С. Алексеева** "Применение микросхем серии К176" ("Радио", 1984, № 5, с. 36—40,) содержит тактовый генератор, частота которого 32768 Гц стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1. На выходе F микросхемы присутствуют импульсы частотой 1024 Гц, на выходе S2 — частотой 2 Гц, на выходе S1 — частотой 1 Гц. Период повторения импульсов на выходе M — 1 мин. Импульсы частотой 1 Гц не только подаются на вход C (вход счётчика секунд), но также через резистор R1 и электронный ключ на высоковольтном транзисторе VT1 управляют неоновой лампой HL1, служащей мигающей разделительной точкой между разрядами десятков минут и единиц часов. Микросхема DD5 и логические элементы DD6.1 и DD6.2 образуют счётчик минут,

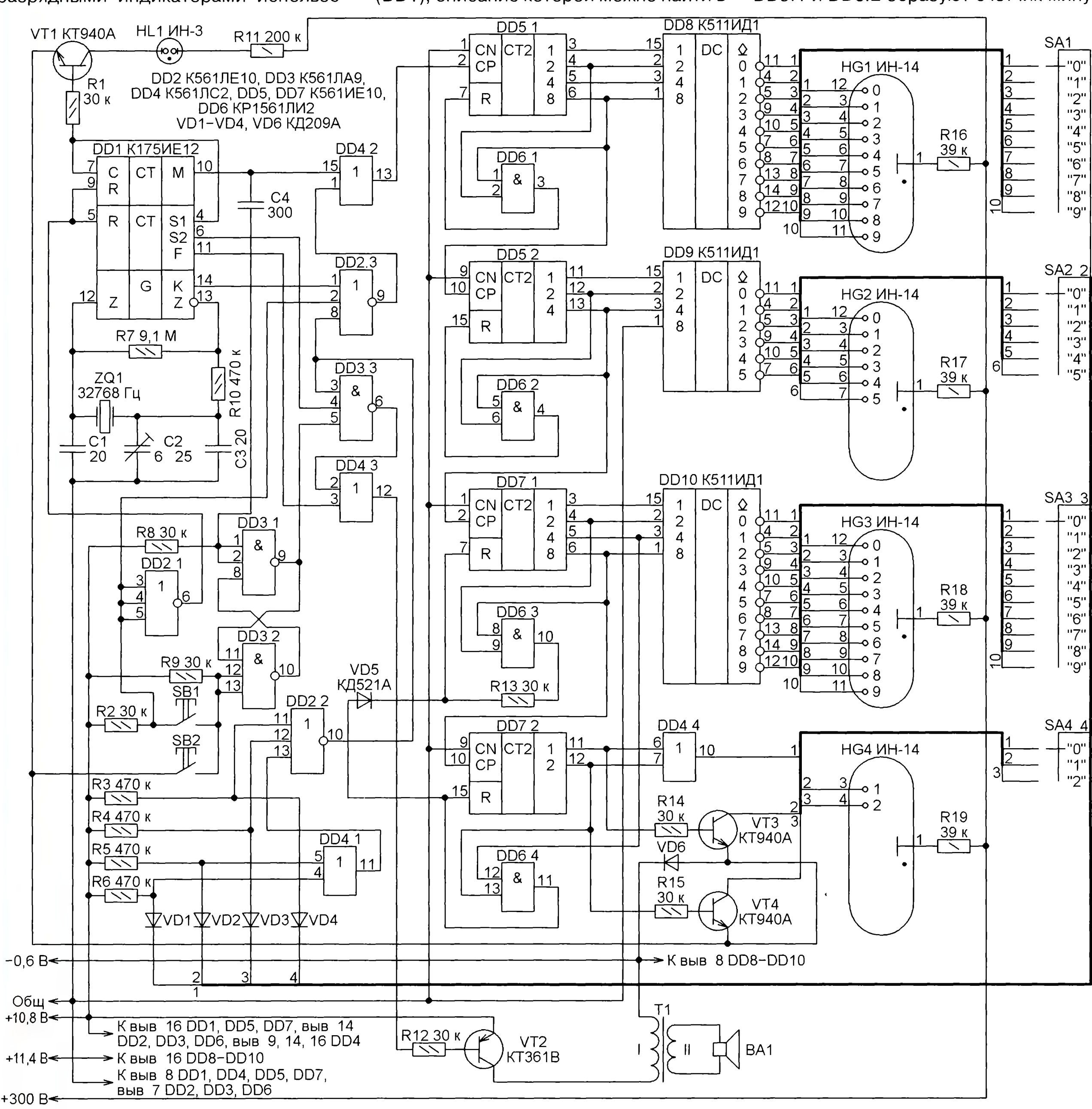


Рис. 1

микросхема DD7 и элементы DD6.3 и DD6.4 — счётчик часов. Цепь R13VD5 представляет собой диодно-резисторный логический элемент ИЛИ, с помощью которого обнуляется счётчик часов по достижении им состояния 24, которое выделяет элемент DD6.4.

Дешифраторы DD8—DD10 с высоковольтными выходами управляют газоразрядными индикаторами HG1—HG3. Поскольку в разряде десятков часов предусмотрено отображение только цифр 1 и 2 (незначащий ноль не отображается), вместо дешифратора на специализированной микросхеме введены элемент DD4.4, определяющий нулевое состояние счётчика DD7.2, и электронные ключи на высоковольтных транзисторах VT3 и VT4, управляющие цифрами 1 и 2 на индикаторе HG4.

Переключатели SA1—SA4 выполняют две функции. Во-первых, их положение задаёт время подачи звонка будильника, во-вторых, оно задаёт точное время, которое нужно установить на часах.

Диоды VD1—VD4, резисторы R3—R6 и логические элементы DD2.2, DD4.1 образуют узел совпадения. Высокий логический уровень на выходе элемента DD2.2 (сигнал "Совпадение") означает, что показания часов совпали с установленным переключателями SA1—SA4 временем. Диоды VD1—VD4 защищают входы элементов DD2.2 и DD4.1 от высокого напряжения и устраняют паразитную подсветку на индикаторах цифр, соответствующих положениям переключателей.

Элементы DD3.3 и DD4.3 при наличии сигнала "Совпадение" формируют сигнал звонка — пачки импульсов частотой 1024 Гц, повторяющиеся с частотой 2 Гц. Триггер из элементов DD3.1 и DD3.2 прерывает сигнал звонка после нажатия на кнопку SB2 ("Пауза"). По окончании минуты, в которую был подан звонок, следующий минутный импульс, пройдя через дифференцирующую цепочку C4R8, восстановит состояние триггера, разрешающее поступление сигнала звонка на транзистор VT2, нагруженный трансформатором T1 и динамической головкой BA1. Но звонок не возобновится, поскольку сигнал "Совпадение" уже отсутствует. Отключается будильник установкой переключателей SA1—SA4 в положение "несуществующего" времени.

Перед установкой точного времени переключатели SA1—SA4 должны быть переведены в соответствующие ему положения. Установка производится одновременным нажатием на кнопки SB1 и SB2. Во избежание случайного одновременного нажатия их рекомендуется конструктивно расположить в разных местах. При таком нажатии элемент DD2.1 подаёт сигнал начальной установки на внутренний делитель частоты и счётчик секунд микросхемы DD1. На её выходе M устанавливается низкий уровень. В отсутствие сигнала "Совпадение" низкий уровень на нижнем по схеме входе элемента DD2.3 разрешает прохождение импульсов частотой 32768 Гц через этот элемент на вход счётчика минут (вход CP счётчика DD5.1). Как только показания индикаторов HG1—HG4 совпадут с положениями переключателей SA1—SA4, высокий уровень сигнала "Совпадение" установит на выходе элемента DD2.3 низкий уровень. Прохождение импульсов через этот элемент прекратится. Кнопки нужно отпускать спустя секунду после сигнала точного времени. Это связано с особенностью счётчика секунд микросхемы K176ИЕ12, описанной, например, в упомянутой выше статье С. Алексеева. После начальной установки длительность первого минутного периода сигнала на выходе M микросхемы составит 59 с и только последующих периодов — 60 с.

Рис. 2

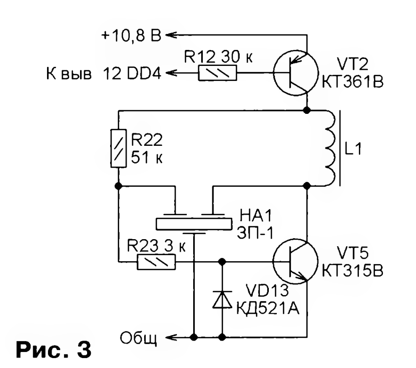


Рис. 3

Рис. 4

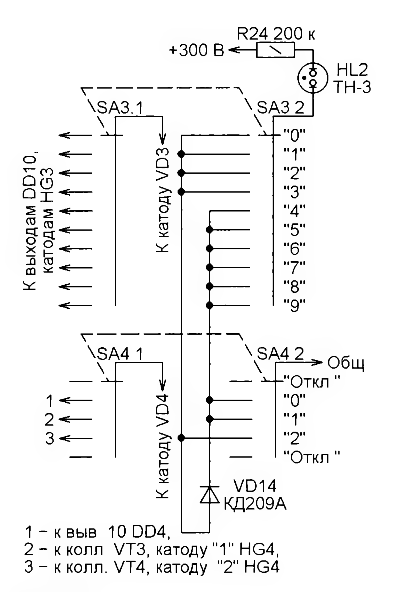


Рис. 5

Теперь переключатели можно возвратить в положение, соответствующее времени срабатывания будильника или любое другое. Если на обе кнопки случайно нажать при переключателях SA1—SA4 в положении несуществующего времени, то показания индикаторов станут быстро меняться без остановки (сигнал "Совпадение" не вырабатывается). После отпускания кнопок на индикаторах в этом случае будет отображено случайное значение времени. Исправляют положение повторным нажатием на кнопки после правильной установки переключателей.

Подключение кнопки SB1 через кнопку SB2 защищает часы от сбоев при случайном нажатии на кнопку SB1. Левый по схеме контакт кнопки SB2 подключён таким образом, что при случайном одновременном нажатии на кнопки SB1 и SB2 в то время, когда часы работают от резервного источника питания, сбоя в их работе не происходит.

Схема бестрансформаторного блока питания часов изображена на **рис. 2**. Нумерация элементов здесь продолжает начатую на рис. 1. Детали блока можно расположить в корпусе часов или в любом подходящем корпусе от сетевого адаптера. Конденсаторы C10—C12 следует разместить равномерно в цепях питания микросхем DD1—DD7. Батарея гальванических элементов GB1 напряжением 6 В — резервный источник питания часов. Диод VD10 предотвращает зарядку батареи при питании часов от сети, опасную для её элементов. Диоды VD11 и VD12 не позволяют батарее разряжаться через "лишнюю" нагрузку в виде входов микросхем DD8—DD10 и эмиттерных переходов транзисторов VT1, VT3 и VT4. Концевые выключатели SF1 и SF2, размыкающиеся при открывании крышки батарейного отсека часов, защищают от поражения электрическим током при замене гальванических элементов.

Трансформатор T1 — выходной от любого транзисторного приёмника с трансформаторным усилителем ЗЧ, от одно- или трёхпрограммного радиотрансляционного громкоговорителя или от проводного телефонного аппарата с громкоговорящей связью. BA1 — любая малогабаритная динамическая головка с сопротивлением обмотки 8 Ом. Если применить головку с сопротивлением звуковой катушки 50 Ом (например, от домофона), то трансформатор T1 можно исключить из схемы, включив головку непосредственно в коллекторную цепь транзистора VT2.

тел. 608-28-38 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Звуковой сигнализатор можно выполнить и на пьезоизлучателе звука ЗП-1 по схеме, показанной на **рис. 3**. В качестве дросселя L1 использована обмотка реле РЭС55А исполнения РС4.569.600-02.02 сопротивлением 95 Ом. Освободившимся элементом DD4.3 заменяют, как показано на **рис. 4**, резистор R13 и диод VD5.

Индикаторы ИН-14 можно заменить любыми цифровыми газоразрядными — ИН-1, ИН-2, ИН-4, ИН-8, ИН-12А, ИН-12Б, ИН-16, ИН-17, ИН-18 (с высотой цифр 40 мм). Номиналы резисторов R15—R19 подбирают под конкретные индикаторы. Переключатели SA1—SA4 — барабанного типа, например, ПМП, ПП-10 или любые галетные, например, ПМ 11П1Н, 11П2Н. Применение в качестве SA3 и SA4 галетных переключателей на два направления позволит ввести в часы индикатор включённого будильника — неоновую лампу HL2, подключив её по схеме, изображённой на **рис. 5**. Лампа погашена, если переключателями установлено несуществующее время срабатывания будильника.

Вместо неоновых ламп можно использовать любые светодиоды. При этом номиналы резисторов R11 и R24 нужно уменьшить до нескольких килоом, а их не соединённые со светодиодами выводы подключить к цепи +11,4 В. Транзисторы КТ940А можно заменить на КТ604А, КТ604Б или КТ605А, КТ605Б, транзистор КТ361В — на КТ502В, КТ502Г, КТ3107В, КТ3107Г. Кварц ZQ1 может быть взят из любых электронных часов. Диоды КД521А заменяются любыми маломощными кремниевыми диодами общего применения. Вместо диодов КД209А подойдут и другие с допустимым обратным напряжением не менее 400 В и, возможно, меньшим обратным током.

Конденсаторы C1, C3, C4 — любые керамические, C2 — КТ4-23 или другой подстроечный, C5—C7 — К73-17, C8 и C9 — К50-35, C10—C12 могут быть плёночными или керамическими. Резисторы — МЛТ или другие малогабаритные. Исключение — резистор R21. Он должен быть проволочным С5-5, С5-25 или импортным "керамическим". У резисторов МЛТ при работе с характерными для R21 многократными импульсными перегрузками с течением времени токопроводящий слой в зоне его контакта с металлическими выводами выгорает до полного разрыва. Это объясняется большим суммарным зарядным током конденсаторов C5—C7 в момент подключения часов к сети.

Микросхему К176ИЕ12 можно с небольшими изменениями в схеме часов заменить на К176ИЕ18. Стабилитрон КС212А заменяется на Д814Д или на несколько стабилитронов, соединённых последовательно, с суммарным напряжением стабилизации 12...14 В.

Батарею GB1 можно составить из двух литиевых элементов CR2032 или из четырёх обычных гальванических элементов типоразмера AAA или AA. Концевые выключатели SF1 и SF2 — любые малогабаритные кнопки, установленные так, чтобы при закрытой крышке батарейного отсека их контакты были замкнуты и размыкались при снятии крышки. Должна быть конструктивно исключена возможность нажатия на эти кнопки руками при замене элементов питания.



Рис. 6

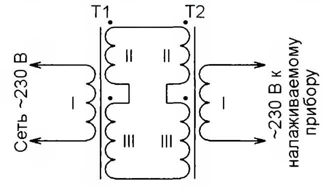


Рис. 7

Внешний вид передней панели часов с будильником показан на **рис. 6**. За двумя рядами отверстий в ней расположена головка BA1, под ними находится кнопка SB1. Кнопка SB2 расположена на верхней панели корпуса.

Чтобы защититься от поражения электрическим током при налаживании устройства с бестрансформаторным питанием, следует включать его в сеть через изолирующий трансформатор с коэффициентом трансформации 1:1. Его мощность должна быть в несколько раз больше, чем потребляемая устройством, в данном случае — 15...20 Вт. Такой трансформатор можно изготовить из двух одинаковых сетевых трансформаторов, соединив их по схеме, показанной на **рис. 7**. Первичную обмотку одного трансформатора включают в сеть, а от первичной обмотки второго питают налаживаемое устройство.

Если трансформаторы имеют по несколько вторичных обмоток, их соединяют согласовано-последовательно. Не следует использовать одновременно обмотки, намотанные тонким и толстым проводами — либо те, либо другие, выбирая ту группу обмоток, которая при использовании трансформаторов по прямому назначению в сумме отдаёт в нагрузку бóльшую мощность. Можно применить и разные трансформаторы при условии равенства суммарного напряжения используемых групп их вторичных обмоток. Максимальная мощность нагрузки в этом случае будет определяться мощностью меньшего из трансформаторов.

При налаживании часов будьте осторожны! Не касайтесь одновременно точек, находящихся под высоким и низким напряжением. Не подключайте к часам блок питания без его проверки. Сначала убедитесь, что он обеспечивает нужные напряжения. Не включайте его надолго без нагрузки, поскольку в её отсутствие перегревается стабилитрон VD8.

Если часы собраны из исправных элементов и монтаж сделан правильно, они начинают работать сразу. Необходимо лишь подстроить частоту кварцевого генератора микросхемы DD1. Её рекомендуется измерять частотомером, подключённым к выводу 14 микросхемы DD1 и работающим в режиме измерения периода, который должен быть равен 30,517578125 мкс. Точное значение устанавливают подстроечным конденсатором C2. Если запаса регулировки недостаточно, подбирают конденсаторы C1 и C3. При отсутствии частотомера можно отрегулировать ход часов, ориентируясь на уход их показаний за сутки или за неделю.

РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38
РАДИО № 3, 2015

Датчик "двигатель запущен"

А. НАТНЕНКОВ, г. Каргат Новосибирской обл.

Автор предлагает несложный для повторения блок, на выходе которого появляется сигнал о запуске и работе автомобильного двигателя. Установка датчика в устройство управления прогреванием двигателя, разработанного и опубликованного ранее [1], приводит к повышению надёжности работы устройства. Датчик может быть использован и как автономный.

В журнале "Радио" была опубликована моя статья "Устройство управления прогреванием двигателя " [1]. При попытке установки данного устройства в автомобиль ВАЗ 21074 с инжекторным двигателем возникли проблемы с надёжностью пуска. Дело в том, что в этих моделях автомобилей выходные импульсы с электронного блока — датчика тахогенератора (ДТГ) имеют амплитуду +5 В и по уровню совместимы с ТТЛ логикой. Причём постоянная составляющая +5 В появляется сразу после включения зажигания ещё до запуска двигателя. Это напряжение, поступая на базу транзистора VT3 датчика "двигатель работает" через резистивный делитель R22—R24, вызывало проблемы с пуском. Необходимо было разработать новый датчик, свободный от указанного недостатка. Он выполнен отдельным блоком и может быть установлен не только в разработанное ранее устройство управления прогреванием двигателя, но и на другие модели автомобилей, в том числе как автономный блок индикации запуска и работы двигателя.

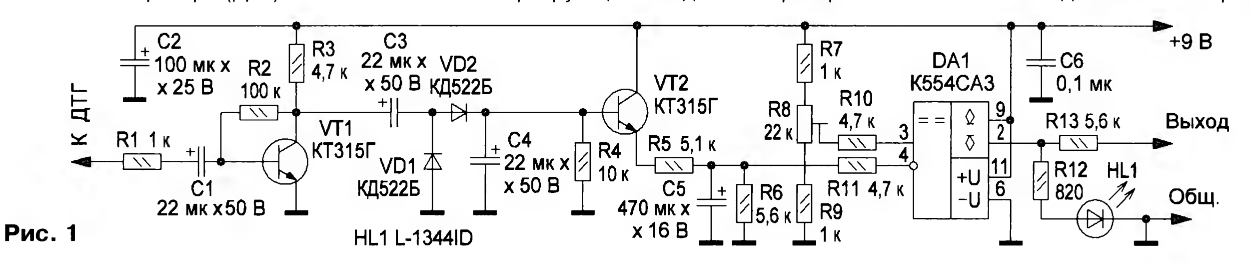
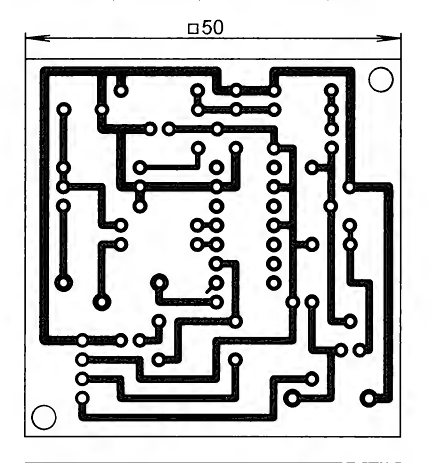


Рис. 1

Схема датчика представлена на **рис. 1**. Он собран на распространённой микросхеме К554СА3 [2] и двух транзисторах КТ315Г. На транзисторе VT1 собран усилитель—инвертор сигналов с ДТГ, которые появляются на его выходе в виде последовательности прямоугольных импульсов с момента начала запуска двигателя стартёром. Диоды VD1, VD2 выпрямляют эти импульсы. Далее выпрямленное напряжение сглаживает конденсатор C4, и в виде нарастающего положительного перепада оно поступает на эмиттерный повторитель на транзисторе VT2. С выхода эмиттерного повторителя нарастающий перепад напряжения поступает на цепь задержки R5R6C5. Она необходима для задержки подачи напряжения в блок управления, чтобы счётчик DD5 (см. статью и рис.1 [1]) нормально отработал время запуска двигателя и только затем отключился. Задержанный по времени перепад напряжения поступает на инвертирующий вход компаратора DA1, собранного на указанной выше микросхеме К554СА3. Резисторы R7—R9 образуют источник образцового напряжения. Подстроечным резистором R8 устанавливают порог срабатывания компаратора, тем самым регулируют время задержки. При указанных на схеме номиналах цепи R5R6C5 время задержки равно 1,5 с при установке движком резистора R8 напряжения на неинвертирующем входе компаратора около +3,8 В. Через это время после пуска двигателя автомобиля на выходе (вывод 2) DA1 появится напряжение около 8 В, которое через токоограничивающий резистор R13 поступает на выход датчика. Светодиод HL1 индицирует, что двигатель запущен.



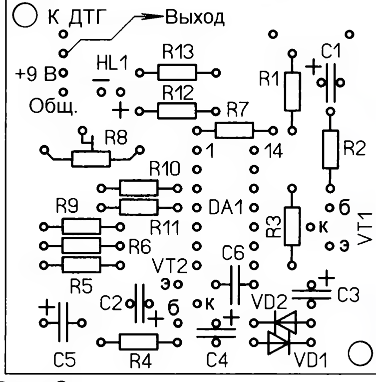


Рис. 2

В датчике можно применить резисторы, оксидные конденсаторы и керамический C6, маломощные диоды и транзисторы структуры n-p-n любого типа. Микросхему К554СА3 можно заменить аналогом LM311, но цоколёвка у неё другая.

Датчик собран на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита размерами 112×76 мм. Чертёж печатных проводников платы и расположенные на ней элементы показаны на **рис. 2**.

Для сопряжения с указанным выше устройством управления [1] выход датчика подсоединяют к контакту 6 разъёма X1.2, а линию питания +9 В и общий провод — соответственно к контактам 1 и 2 разъёма X5. Если предполагается автономная работа датчика, то линию питания +9 В подключают к бортовой сети автомобиля через любой стабилизатор напряжения +9 В с током нагрузки не менее 20 мА.

Налаживание собранного датчика заключается в установке движком подстроечного резистора R8 необходимой задержки.

Если это устройство будет встроено в автомобиль с карбюраторным двигателем, то сопротивление резистора R1 необходимо увеличить до 100 кОм, а на его входе установить дополнительный маломощный стабилитрон (на рис. 1 не показан) на напряжение около 5 В, например КС447А. Катод стабилитрона подключают к точке соединения резистора R1 с конденсатором C1, а анод — к общему проводу. На печатной плате для стабилитрона предусмотрены две свободные контактные площадки с отверстиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Натненков А.** Устройство управления прогреванием двигателя. — Радио, 2007, № 7, с. 38—41.

2. Chipinfo. К554СА3А, К554СА3Б — компаратор напряжения с малым входным током. — URL: **http://www.chipinfo.ru/dsheets/ic/554/ca3.html** (21.01.2015).

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

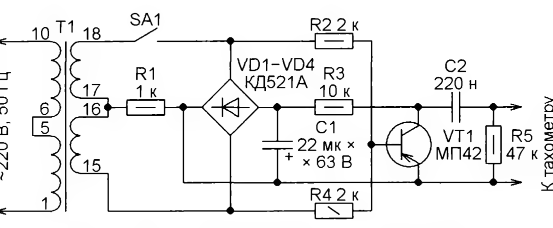
Формирователь импульсов для калибровки тахометра

Н. ЭЛЬМАНОВИЧ, г. Москва

Простой формирователь прямоугольных импульсов, работающий от бытовой электросети переменного тока 50 Гц, был описан в [1]. Там достаточно подробно рассказано о принципе его работы и приведены временные диаграммы получаемых на выходе импульсов. В журнале "Катера и яхты" было рекомендовано использовать такой формирователь взамен генератора стандартных сигналов и частотомера при проверке и калибровке бесконтактных электронных тахометров для подвесных лодочных двигателей, схемы которых были в своё время опубликованы в [2, 3]. Калибровка при этом была возможна только на одной частоте 50 Гц, что соответствует частоте вращения вала одноцилиндрового двухтактного подвесного двигателя 3000 мин$^{-1}$.

Схема усовершенствованного мною формирователя изображена на **рисунке**. Он позволяет проверять и калибровать электронный тахометр на двух частотах (50 Гц и 100 Гц), что позволяет повысить точность измерения частоты вращения. Это обеспечивается гарантированной погрешностью поддержания частоты переменного тока в городской электросети ±0,4 % (согласно п. 5.6 [4]) и применением в тахометре стрелочной измерительной головки класса 1,5. Имеющиеся в продаже электронные тахометры обладают только десятипроцентной точностью.

Усовершенствованный формирователь отличается от исходного тем, что на базу транзистора VT1 через резисторы R2 и R4 поступает пульсирующее напряжение от выпрямителя на диодах



VD1—VD4, питающегося от обмотки трансформатора T1 со средним выводом. При разомкнутых контактах выключателя SA1 выпрямитель однополупериодный и выходные импульсы следуют с частотой 50 Гц (3000 мин$^{-1}$), а при замкнутых он двухполупериодный, а частота импульсов — 100 Гц (6000 мин$^{-1}$). Дифференцирующая цепь C2R5 позволяет получить на выходе не прямоугольные, а остроконечные импульсы, по форме подобные снимаемым с высоковольтного провода системы зажигания двигателя.

Устройство просто в изготовлении, не содержит никаких дефицитных радиоэлементов и не требует налаживания. В качестве T1 применён унифицированный броневой трансформатор питания ТПП236-127/220-50. Он может быть заменён другим габаритной мощностью не менее 9 В·А с двумя вторичными обмотками на 15...20 В или с одной вторичной обмоткой на удвоенное напряжение, имеющей отвод от середины. Транзистор VT1 может быть любым из серий МП25, МП26 или современным маломощным транзистором структуры p-n-p с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 60 В. Можно применить и транзистор структуры n-p-n, но в этом случае следует изменить полярность включения диодов и оксидного конденсатора C1.

В добавление к сказанному я рекомендую применять в тахометрах именно стрелочный индикатор, который, в отличие от цифрового, адекватно отображает динамику изменений частоты вращения вала двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лезин А.** Приставка для получения прямоугольных импульсов. — Радио, 1971, № 1, с. 51.

2. **Егоров М.** Электронный тахометр, пригодный для любого двигателя. — Катера и яхты, 1973, № 4, с. 66—68.

3. **Беляцкий Ю., Савин И.** Электронный тахометр с растянутыми диапазонами. — Катера и яхты, 1981, № 1, с. 52—55.

4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 13109—97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — URL: **http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/r-n-tpolitics/frequency/specdocs/sto_standard/GOST_13109-97.pdf** (23.10.14).

РАДИО® ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ
Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2015

Измеритель ёмкости ионисторов и конденсаторов большой ёмкости

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Для измерения ёмкости конденсаторов есть несколько способов, но не все они пригодны для измерения ёмкости более нескольких сотен микрофарад. Особенно большие проблемы возникают при измерении ионисторов, ёмкость которых может достигать 10 Ф и даже более. Между тем существует относительно простой и, кстати сказать, давно известный способ, основанный на измерении времени зарядки конденсатора от источника напряжения через резистор известного сопротивления. Как известно, если подключить конденсатор ёмкостью C через резистор сопротивлением R к источнику напряжения U (**рис. 1**), начнётся зарядка конденсатора и напряжение на нём (U_C) будет увеличиваться по экспоненциальному закону:

$$U_C = U(1 - e^{\frac{-t}{RC}}),$$

где e — основание натурального логарифма (e ≈ 2,718); t — время; RC — так называемая постоянная времени RC-цепи, которая не зависит от напряжения. В момент времени, когда $t = t_{RC} = RC$, напряжение на конденсаторе будет равно $U_C = U(1-e^{-1}) \approx U(1-0,367) \approx 0,633U$. Поэтому, измерив временной интервал от начала зарядки конденсатора до момента, когда напряжение на нём достигнет значения 0,633U, можно с помощью простого расчёта определить ёмкость измеряемого конденсатора $C = \frac{t_{RC}}{R}$. Если сопротивление резистора будет "круглым", например 10 кОм, все расчёты можно легко проводить в уме. Например, для указанного резистора время зарядки конденсатора до 0,633U составило 46 с, тогда ёмкость измеряемого конденсатора $C_x = 46/10^4 = 46$ мФ = 4600 мкФ. Таким образом, в этом случае коэффициент пересчёта K = 100 мкФ/с. Для резистора R = 1 кОм время измерения уменьшится в 10 раз, а коэффициент пересчёта K = 1000 мкФ/с.

По такому принципу и работает предлагаемый измеритель. Сделать его можно в виде приставки к компьютеру или другому электронному устройству со встроенным секундомером, например, к электронным (электронно-механическим) часам или сотовому телефону. Особенно следует подчеркнуть относительную простоту реализации данного способа и отсутствие необходимости проведения калибровки с помощью эталонных конденсаторов (достаточно цифрового вольтметра). Кроме того, напряжение также может быть любым (в разумных пределах), главное, чтобы оно не изменялось за время проведения измерения. Для измерения ёмкости ионисторов может потребоваться несколько минут, в сочетании с погрешностью измерения в несколько процентов это вполне допустимо для радиолюбительской практики.

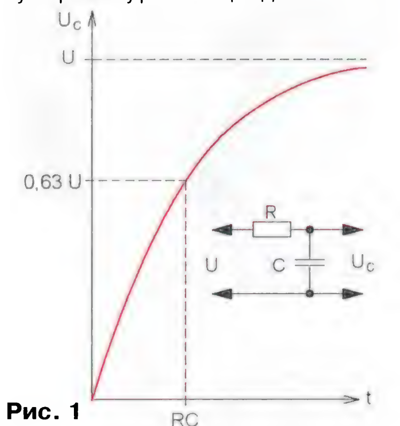


Рис. 1

Следует отметить, что на погрешность измерения влияют токи утечки и последовательное сопротивление (ESR) конденсаторов и ионисторов. Например, ESR ионисторов некоторых типов может достигать 30 Ом, и если заряжать такой ионистор через резистор сопротивлением 100 Ом, погрешность измерения может составить десятки процентов. Поэтому сопротивление резистора, через который осуществляется зарядка конденсатора, должно быть не менее 1 кОм.

Вниманию читателей предлагается измерительная приставка к электронно-механическим часам. Схема устройства представлена на **рис. 2**. Оно питается от встроенного в часы элемента питания (1,5 В), а сами часы можно ис-

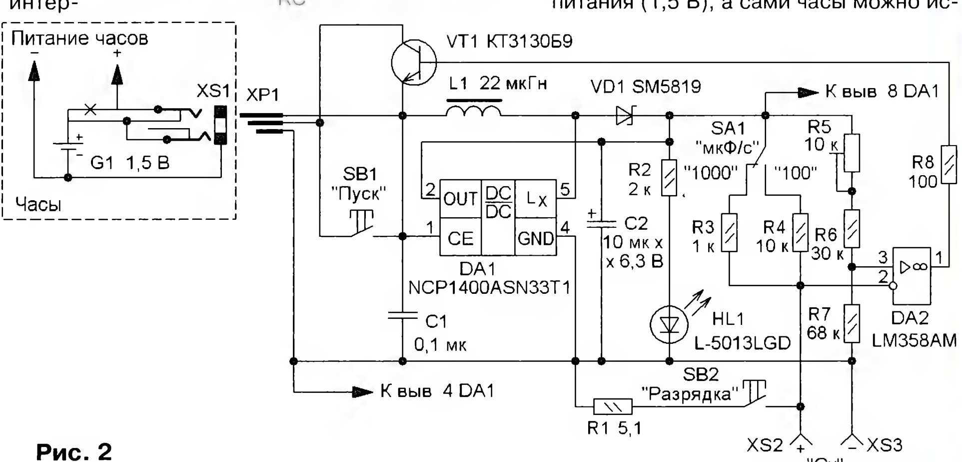


Рис. 2

пользовать и по прямому назначению. В исходном состоянии напряжение питания поступает на микросхему, и часы работают в штатном режиме. При подключении приставки контакты гнезда XS1 размыкаются, часы останавливаются и питающее напряжение поступает на приставку. Она содержит повышающий стабилизированный преобразователь напряжения на микросхеме DA1, компаратор на ОУ DA2, электронный ключ на транзисторе VT1 и световой индикатор на светодиоде HL1.

После подачи питающего напряжения на приставку транзистор VT1 закрыт и преобразователь напряжения обесточен. Для измерения ёмкости конденсатора или ионистора его предварительно разряжают и затем подключают с соблюдением полярности к зажимам XS2, XS3 и кратковременно нажимают на кнопку SB1 "Пуск". На часы поступает напряжение питания, и они начнут отсчёт времени, одновременно начинает работать преобразователь напряжения, на его выходе появляется напряжение 3,3 В и включается светодиод HL1. Поскольку измеряемый конденсатор разряжен, напряжение на инвертирующем входе ОУ DA2 меньше, чем на неинвертирующем и на выходе будет напряжение 2...2,2 В. Транзистор VT1 откроется, и после отпускания кнопки SB1 напряжение продолжит поступать на преобразователь напряжения и на часы, которые продолжат отсчёт времени зарядки. Выбор выходного напряжения преобразователя (3,3 В) обусловлен тем, что в этом случае конденсатор будет заряжаться до напряжения $U_C = 3{,}3 \cdot 0{,}633 = 2{,}088$ В, поэтому с помощью приставки можно измерять ёмкость ионисторов и конденсаторов с номинальным напряжением 2 В и более.

Как только конденсатор зарядится до указанного напряжения, на выходе ОУ DA2 появится напряжение, близкое к нулю, транзистор VT1 закроется, часы и преобразователь напряжения будут обесточены и светодиод погаснет — процесс измерения завершён. Остаётся считать показания часов и определить ёмкость с учётом коэффициента пересчёта, установленного переключателем SA1. Для удобства проведения измерений часы предварительно устанавливают на начало отсчёта. Для повторного измерения того же конденсатора надо предварительно разрядить его, нажав на кнопку SB2 "Разрядка" на несколько десятков секунд. Для разрядки ионистора и оксидного конденсатора ёмкостью более нескольких тысяч микрофарад это надо сделать несколько раз.

Налаживание начинают с проверки работоспособности преобразователя напряжения и установки порога переключения ОУ. Для этого проволочной перемычкой временно закорачивают выводы коллектора и эмиттера транзистора VT1, зажимы XS2 и XS3 соединяют между собой и подают напряжение 1,5 В от регулируемого блока питания. При изменении положения переключателя SA1 и уменьшении напряжения питания до 1,2 В выходное напряжение преобразователя не должно изменяться более чем на несколько процентов. В положении переключателя SA1 "100" к зажимам XS2, XS3 подключают переменный (желательно многооборотный) резистор сопротивлением 33 кОм. Выходное напряжение преобразователя $U_п$ измеряют цифровым вольтметром с разрешением не менее трёх цифр после запятой. Переменным резистором устанавливают на зажимах XS2, XS3 напряжение $U = 0{,}633 \cdot U_п$. Затем, контролируя напряжение на выходе ОУ, движок построечного резистора R5 устанавливают в положение, при котором малейшие изменения его положения приводят к переключению ОУ. Так погрешность переключения, обусловленная напряжением смещения ОУ, будет скомпенсирована. После удаления перемычки между коллектором и эмиттером транзистора и переменного резистора приставка готова к работе.

В приставке применены резисторы и конденсаторы для поверхностного монтажа. Постоянные резисторы РН1-12 и конденсатор C1 (К10-17в) — типоразмера 1206, подстроечный резистор — PVZ3A (POZ3A), PVA3A (RVG3A), конденсатор C2 — танталовый типоразмера A или B. Для повышения точности измерения резисторы R3 и R4 следует подобрать с отклонением от номинала не более 0,5 %. Транзистор можно применить любой маломощный с коэффициентом передачи тока базы ($h_{21э}$) не менее 100. Светодиод — повышенной яркости свечения зелёного или красного цвета с диаметром корпуса 3 или 5 мм. Дроссель намотан на кольцевом магнитопроводе диаметром 6 мм от трансформатора КЛЛ и содержит 6...7 витков провода ПЭВ-2 0,3. Переключатель — малогабаритный движковый ПД9-1 (SPDT), B3001, B3037, кнопки — любые малогабаритные с самовозвратом, зажимы XS2, XS3 — "крокодил".

Большинство деталей размещены на односторонней печатной плате из стеклотекстолита, чертёж которой представлен на **рис. 3**, а схема расположения элементов — на **рис. 4**. Кнопки закреплены на верхней крышке корпуса, в ней же сделаны отверстия для светодиода и движка переключателя. Для проводов в передней и задней стенках корпуса сделаны отверстия. Часы — любые электронно-механические, в корпусе которых можно установить гнездо. Их доработка минимальна — надо перерезать печатный проводник, идущий от "+" элемента питания к микросхеме часов и установить гнездо XS1 (гнездо для подключения головных стереотелефонов). Внешний вид устройства показан на **рис. 5**.



Рис. 5

Рис. 3

Рис. 4

Простые реле времени для электрифицированных игрушек

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Помимо электромеханического привода, современные электрифицированные игрушки обычно имеют в своём составе устройства для создания различных световых и звуковых эффектов. Если для управления ими использовать не обычные механические выключатели, а электронные, например, реле времени, включаемые опять же не обычной нажимной кнопкой, а, скажем, герконом, управляемым небольшим магнитом, сенсорным или инерционным датчиком, то интерес ребёнка к игрушке, утраченный из-за слишком простого управления ею, появится вновь. О том, как всё это реализовать в игрушке практически, рассказывается в статье.

Предлагаю вниманию радиолюбителей несколько простых реле времени, которые можно применить в электромеханических игрушках для управления устройствами, создающими световые и звуковые эффекты. Встроив в одну игрушку несколько таких реле (а схемная простота делает это вполне возможным), можно повысить игровую занимательность игрушки.

На **рис. 1** изображена схема реле времени на полевом транзисторе серии КП504. Работает оно следующим образом. При кратковременном замыкании

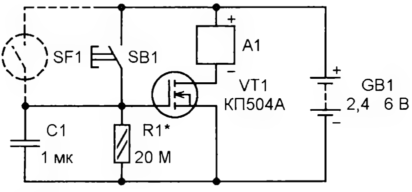


Рис. 1

контактов кнопки SB1 конденсатор C1 успевает зарядиться до напряжения батареи питания GB1 и транзистор VT1 открывается, подключая управляемое устройство A1 игрушки к источнику питания. После отпускания кнопки конденсатор разряжается через резистор R1. Когда напряжение на конденсаторе (а значит, и на затворе относительно истока) станет меньше порогового напряжения транзистора, он закроется и отключит питание от устройства A1. Им может быть как штатное устройство игрушки, создающее световые и (или) звуковые эффекты, так и самодельное. Описания таких устройств неоднократно публиковались на страницах журнала "Радио".

Для запуска реле времени можно применить любую нефиксируемую в нажатом положении кнопку с нормально разомкнутыми контактами, расположив её толкатель в доступном для ребёнка месте. В мягких игрушках установка такой кнопки затруднена, поэтому в них можно применить любой инерционный датчик, например, такой, схематическое устройство которого показано на **рис. 2**. Он состоит из неподвижного контакта 4, согнутого в виде цилиндра из белой жести и посредством стоек 2 установленного на плате 1 из фольгированного материала, и подвижного контакта 5, представляющего собой пружину, одним концом впаянную в печатный проводник 6. На свободном конце пружины расположен груз 3 — капля припоя. Любое изменение положения игрушки с таким датчиком вызывает замыкание контактов 4 и 5 и срабатывание реле времени. Малогабаритную пружину можно извлечь из одноразовой газовой зажигалки (она поджимает кремень).



Рис. 2

Заменив кнопку SB1 герконом SF1 (изображён на рис. 1 штриховыми линиями), управляемым магнитным полем, можно разнообразить применение игрушки. Для включения реле времени к игрушке (точнее, к геркону) необходимо поднести скрытый (в "бочонке мёда" — для медвежонка, в "морковке" — для кролика и т. д.) постоянный магнит.

Если должным образом "залегендировать" применение игрушки, то для управления реле времени можно применить сенсорное устройство на транзисторе структуры n-p-n (**рис. 3**) или p-n-p (к точке А подключают его коллектор, а к точке Б — эмиттер). Современные транзисторы имеют очень малый обратный ток коллектора, и при низком напряжении питания их работа в режиме с "оборванной" базой вполне безопасна.

Реле времени с таким сенсорным датчиком работают следующим образом. При прикосновении к сенсорному контакту E1 наведённое в теле человека напряжение детектируется на p-n переходе транзистора VT1. Возникающий при этом базовый ток усиливается им, и конденсатор C1 заряжается. В результате открывается транзистор VT2 и встроенное в игрушку устройство A1 подключается к батарее питания GB1. После убирания руки конденсатор разряжается через резистор R1, и когда напряжение на нём становится меньше порогового напряжения транзистора, он закрывается, выключая нагрузку A1. Двуханодный стабилитрон VD1 защищает устройство от возможных проявлений статического электричества.

Для упрощения пользования все рассмотренные реле времени не имеют выключателя питания — в режиме ожидания (по сути, в выключенном состоянии) потребляемый ими ток не превышает долей микроампера, что сравнимо с током саморазрядки гальванических элементов батареи питания.

Длительность выдержки описанных реле формируется за счёт разрядки времязадающего конденсатора. На **рис. 4** показана схема реле времени, рабочий интервал которого формируется при зарядке конденсатора C1. В исходном

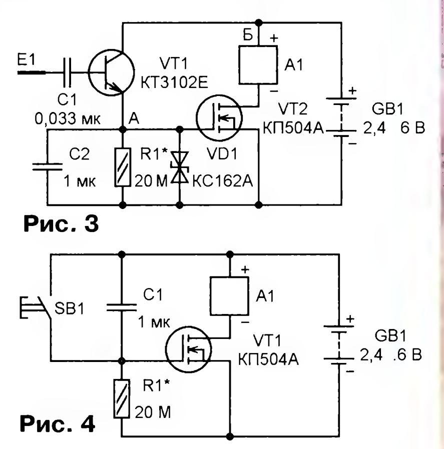


Рис. 3

Рис. 4

состоянии он заряжен, и ток через резистор R1 не течёт, поэтому напряжение на затворе транзистора VT1 (относительно истока) равно нулю, он закрыт, и устройство A1 отключено. При кратковременном замыкании контактов кнопки SB1 (или инерционного датчика, показанного на рис. 2) конденсатор C1 разряжается, а после размыкания начинается его зарядка. При протекании зарядного тока на резисторе R1 возникает падение напряжения, открывающее транзистор VT1. Через некоторое время конденсатор заряжается и транзистор закрывается.

На **рис. 5** изображена схема реле времени с более сложным алгоритмом работы. Его применение обыграно в игрушке "Накорми кролика". В исходном состоянии транзистор VT1 закрыт. Чтобы "покормить" кролика, необходимо к геркону SF1, расположенному в

области головы игрушки, поднести замаскированный под "морковку" постоянный магнит. При замыкании геркона через конденсатор C1 протекает зарядный ток и созданное им падение напряжения на резисторе R2 открывает транзистор VT1. В результате исполнительное устройство A1 подключается к источнику питания — кролик восторженно пищит (работает звуковой сигнализатор со встроенным генератором HA1), загораются его глаза — светодиоды HL1 и HL2. Через несколько секунд зарядный ток уменьшается, транзистор начинает закрываться, громкость звука снижается. Ещё через несколько секунд зарядный ток конденсатора C1 уменьшается настолько, что транзистор закрывается, выключается звук, гаснут глаза-светодиоды. Дальнейшее "кормление" эффектами не сопровождается — кролик "сыт".

Если убрать "морковку"-магнит, то контакты геркона SF1 разомкнутся и начнётся процесс разрядки конденсатора C1 через резисторы R1 и R2. При попытке "покормить" кролика через несколько секунд частично разряженный конденсатор C1 быстро заряжается и, коротко пискнув, кролик на "морковку" не реагирует — не успел "проголодаться". Лишь спустя несколько десятков секунд, после полной разрядки конденсатора, у кролика вновь появляется хороший "аппетит".

О деталях. Конденсаторы применены импортные керамические малогабаритные. В сенсорном устройстве (реле по схеме на рис. 3) можно применить любой кремниевый транзистор соответствующей структуры со статическим коэффициентом передачи тока базы $h_{21Э}$ более 200. Полевые транзисторы

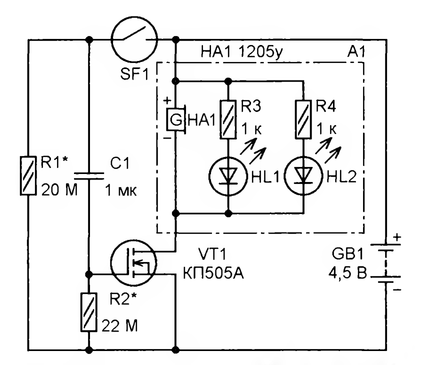


Рис. 5

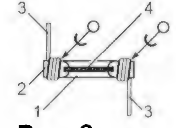


Рис. 6

при напряжении питания до 3 В — серий КП504, КП505 с пороговым напряжением до 2 В, при напряжении питания свыше 3 В — серий КП501, КП504, КП505 с любым буквенным индексом. Если в качестве исполнительного устройства A1 применён электродвигатель с током потребления свыше 0,1 А, то полевой транзистор следует применить более мощный — например, IRLR024N, IRLR2705, IRLR2905.

Звуковой сигнализатор со встроенным генератором HA1 в реле времени по схеме на рис. 5 может быть любой с напряжением питания 5 В, например, HPM14A, HPM14AX. Светодиоды HL1, HL2 — любого типа зелёного цвета свечения.

Малогабаритные высокоомные резисторы приобрести довольно сложно, поэтому я их изготавливаю самостоятельно. Для этого из обрезков фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5—2 мм ножницами по металлу нарезаю полоски шириной 2...4 мм, которые затем делю на заготовки длиной 8...10 мм. На концах заготовок 1 (**рис. 6**). цапонлаком закрашиваю контактные площадки 2. Незащищённые участки фольги вытравливаю, как обычно, в растворе хлорного железа. Продолжительность травления выбираю немного больше необходимой, чтобы началось подтравливание контактных площадок — так обеспечивается плавный переход от фольги к подложке. Смыв лак, зачищаю контактные площадки чернильной резинкой (ластиком). Выводы 3 будущего резистора изготовляю из медного лужёного провода диаметром 0,4...0,6 мм, намотав по 3...4 витка ближе к концам заготовки. Выводы припаиваю к контактным площадкам с минимальным количеством спиртоканифольного флюса. Токопроводящий слой 4 получаю, заштриховывая изоляционный промежуток между контактными площадками 2 карандашом твёрдостью Т или 2Т. Сопротивление контролирую мегомметром или, что чаще, измеряя параметры устройства, в котором применяется этот резистор. Излишки нанесённого графитного слоя удаляю карандашной резинкой. Добившись нужного сопротивления, для защиты от дестабилизирующих факторов покрываю резистор клеем БФ-2, разведённым в этиловом спирте в пропорции 1:1 (раствор храню в отмытом пузырьке от лака для ногтей). Как показала практика, такие резисторы в низковольтных цепях способны работать сравнительно стабильно.

Налаживание описанных реле времени сводится к установлению необходимого времени выдержки подбором ёмкости конденсатора и сопротивления резистора времязадающей цепи.

Украшаем колесо велосипеда

А. ПАХОМОВ, г. Владимир

Описано простое устройство динамической подсветки вращающегося колеса велосипеда. Оно позволяет получить на колесе статическое монохромное изображение любой записанной в память микроконтроллера картинки. Рисунок формируется линейкой светодиодов. Использован микроконтроллер ATtiny2313.

Как-то гуляя в парке, я обратил внимание на светящиеся в отражённом свете катафоты на вращающихся колёсах проезжавшего мимо велосипеда. Невольно пришла мысль, что если вместо отражателей использовать светящиеся и управляемые микроконтроллером светодиоды, можно получить на колесе практически любое изображение. Оказалось, мысль не нова — уже было опубликовано описание схожего устройства (**Мельник В.** Пишем в воздухе светодиодами. — Радио, 2006, № 10, с. 59), а в интернет-магазинах можно найти и готовые устройства, формирующие световые узоры на вращающемся колесе.

В этой статье рассматривается вариант устройства подсветки, создающий на колесе велосипеда одноцветное изображение из восьми строк по 64 точки в каждой. Для реализации развёртки использована линейка светодиодов, закреплённая на одной из спиц велосипедного колеса. При его вращении линейка смещается по окружности, синхронно с её перемещением переключаются светодиоды. В результате получаем круговую развёртку с числом концентрических окружностей ("строк"), равным числу светодиодов в линейке. Возможное число точек в "строке" равно времени одного оборота колеса, делённому на период смены состояния светодиодов.

Сразу возникает вопрос, какой должна быть скорость движения велосипеда для создания более-менее связной разборчивой картинки? В кинематографе, например, кадр обновляется 24 раза в секунду. Чтобы достичь такой частоты, велосипед с диаметром колеса около 0,7 м должен двигаться со скоростью 190 км/ч. Это почти равняется рекорду скорости велосипедиста 200 км/ч, достигнутому при движении по идеально ровной поверхности в "воздушном мешке". А на обычном велотреке практически невозможно дос-

тичь скорости 90 км/ч. Печально... Но практика показала, что при пониженной внешней освещённости и известной доле фантазии наблюдателя можно увидеть связную картинку и при значительно меньшей скорости "развёртки".

Решение поставленной задачи довольно простое. В памяти микроконтроллера хранится образ формируемого изображения. Через заданные интервалы времени информация о содержимом очередной "колонки" растра подаётся на светодиоды. Начало "кадра" задаёт установленный на колесе геркон, проходя рядом с закреплённым на вилке колеса магнитом. По его сигналам развёртка изображения повторяется.

Схема устройства подсветки показана на **рис. 1**. Микроконтроллер DD1 (ATtiny2313-20PU) через порт B управляет светодиодами HL1—HL8 линейки. Светодиод HL9, подключённый к выходу PA0, служит контрольным индикатором. При напряжении питания, не превышающем 3 В, ограничение тока светодиодов резисторами не требуется. На допустимом уровне его ограничивают внутренние защитные цепи выходов микроконтроллера.

Геркон SF1 подключён к входу запросов внешних прерываний INT0 (PD2) микроконтроллера. Сигналы с геркона запускают каждый цикл развёртки изображения.

Питается устройство от двух гальванических элементов типоразмера AAA. Выключатель питания отсутствует, устройство выключают, вынимая элементы из батарейного отсека.

Алгоритм программы устройства подсветки реализован в среде разработки Algorithm Builder for AVR. Его блок-схема представлена на **рис. 2**.

После подачи питания в главной процедуре программы проходит инициализация узлов микроконтроллера. Включается обработка внешних прерываний INT0 по нарастающим перепадам сигнала на входе PD2. Таймер 0 настраивается на формирование запросов прерываний с периодом около 4 мс. Линии портов PB0—PB7 и PA0 конфигурируются как выходы. Светодиодная линейка HL1—HL8 выключается, а контрольный светодиод HL9 включается. Содержимое EEPROM копируется в буфер в оперативной памяти микроконтроллера. После этого главная процедура входит в бесконечный пустой цикл, а микроконтроллер откликается только на запросы прерываний.

По прерываниям от таймера на линии порта B выводится информация из буфера в оперативной памяти (колонки изображения). Процедура обработки прерывания организована так, что новое состояние светодиодов устанавливается только при каждом втором её вызове. Поэтому период смены состояния светодиодов — примерно 8 мс, а продолжительность полной развёртки изображения (64 колонки) — примерно полсекунды. Это соответствует развёртке изображения "во всё колесо" при скорости движения велосипеда около 4 м/с (14 км/час). При большей скорости на колесе успеет отобразиться только часть изображения, при меньшей скорости занятый изображением сектор сужается.

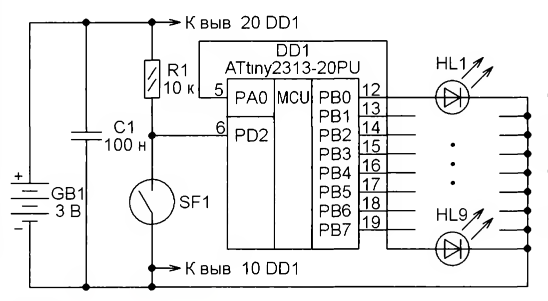


Рис. 1

Reset
SP
Ext Int
Timer 0
TIMSK
$FF –> r0
r0 –> DDRB — B – на вывод
0 –> r0
r0 –> Port B — Выкл. светодиоды
1 –> DDR_CTRL
1 –> bit_CTRL — Вкл. контроль
@Buf –> X
64 –> r8
@BufEE –> Y
EE[Y++] –> [X++]
r8--
-=
64 –> r8 — Развёртка с начала
@Buf –> X
1 –> I
NOP
NOP

Timer_0_Overflow
r16 –>
r17 –>
r9++ — Счётчик прерываний
r9 –> r10
r10 & 1
r10 -= 0 — Вызов чётный
r8 = 0 — Счётчик колонок
r8--
[X++] –>Port B — Упр. линейкой
r9 –> r10
0 –> bit_CTRL — Мигание контроля
r10 & #b11100000
r10 -=0
1 –> bit_CTRL
–> r17
–> r16
reti

External_0
r16 –>
64 –> r8 — Развёртка с начала
@Buf –> X
–> r16
reti

Рис. 2

Обработка внешнего прерывания возвращает счётчик колонок в исходное состояние. Поэтому каждый оборот колеса сопровождается развёрткой изображения с начала, и наблюдателю оно кажется неподвижным.

В приложенном к статье файле bl2a.hex находятся коды, которые нужно загрузить с помощью программатора во FLASH-память микроконтроллера устройства подсветки до его установки в панель на плате устройства. Конфигурация микроконтроллера должна быть запрограммирована в соответствии с **рис. 3**.



Рис. 3

Образ формируемого устройством изображения хранится в EEPROM микроконтроллера. Изображение разбито на 64 колонки по 8 элементов в каждой и занимает 64 байта. Старший разряд ячейки памяти соответствует верхнему светодиоду линейки (HL8), а младший — нижнему (HL1). Программа построена так, что при программировании микроконтроллера информация, загружаемая в EEPROM микроконтроллера, считывается из текстового файла с именем 64X8.TXT.

Этот файл формирует программа BMP2HEX.EXE (она тоже есть в приложении), которая преобразует файл изображения формата BMP в требуемый текстовый файл. Исходный файл должен быть монохромным рисунком размерами 64×8 пкс. Формат командной строки:

```
..\>bmp2hex.exe file.bmp
```

Вместо текстового файла программа BMP2HEX.EXE может готовить простой двоичный файл. Для этого перед именем исходного BMP-файла следует указать ключ b:

```
..\>bmp2hex.exe b file.bmp
```

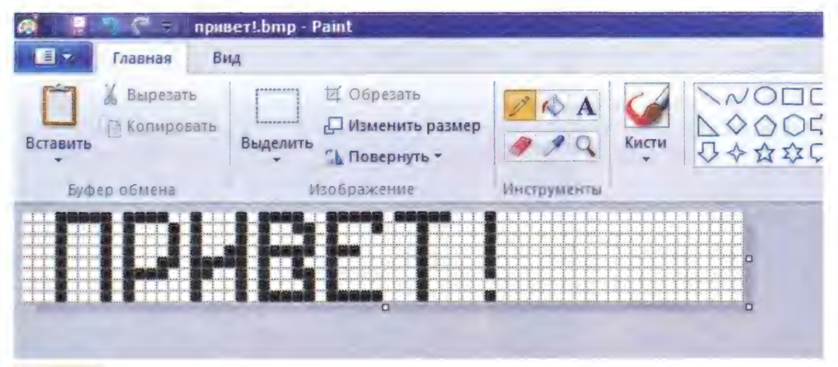


Рис. 4

Этот файл потребуется, если для загрузки кодов программы в микроконтроллер используются не средства Algorithm Builder, а какая-нибудь другая программа управления программатором.

Изображение в формате BMP можно создать с помощью входящей в комплект "Windows" программы Paint (mspaint.exe). В окне "Свойства" этой программы выбирают режим "Чёрно-белый" и размер рабочего поля 64 на 8. На закладке "Вид" увеличивают масштаб до максимального и для удобства рисования включают отображение сетки. Пользуясь инструментами программы Paint, создают нужное чёрно-белое изображение (**рис. 4**). Сохраняют созданное изображение командой "Сохранить как...", выбрав тип файла "Монохромный рисунок".

Печатная плата для устройства подсветки не разрабатывалась. Монтаж выполнен на макетной плате размерами 50×25 мм (**рис. 5**). В качестве светодиодов HL1—HL9 использованы три отрезка по три светодиода светодиодной ленты с плотностью 60 светодиодов на метр. Чтобы изолировать светодиоды один от другого, соединяющие их проводники ленты перерезаны ножом. С платой микроконтроллера светодиоды соединены жгутом проводов МГТФ.

Отрезки ленты приклеены к жёсткому стержню подходящей длины — я использовал японскую палочку для еды. Получившаяся конструкция упакована в полупрозрачную термоусаживаемую трубку. Геркон SF1 и управляющий им магнит — от датчика ИО-102. Геркон укреплён на плате с таким расчётом, чтобы он был самой выступающей её частью.

Светодиодная линейка закреплена на спице колеса липкой лентой. Ближе к ступице той же лентой прикреплена к спицам плата с микроконтроллером. Геркон должен быть обращён к вилке колеса, но не касаться её при вращении. На вилке липкой лентой закреплён магнит так, чтобы геркон чётко срабатывал при вращении колеса. Отсек с элементами питания закреплён на спицах колеса в удобном для извлечения элементов месте. На **рис. 6** показан фотоснимок устройства, установленного на велосипедном колесе.

Рис. 5

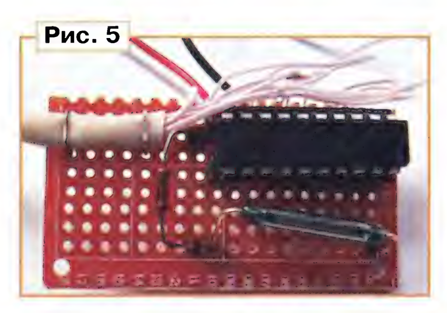




Рис. 6

Для проверки работы собранного устройства подсветки подайте на него питание, не устанавливая в панель микроконтроллер. Проверьте полярность и значение поданного напряжения между гнёздами 20 (+) и 10 (–) панели. Затем поочерёдным соединением гнезда 20 с её гнёздами 5, 12—19 через резистор сопротивлением около 100 Ом проверьте правильность подключения светодиодов по их свечению.

Желательно удостовериться в чётком срабатывании геркона SF1 при вращении колеса. Для этого можно временно подключить любой светодиод анодом через такой же резистор к гнезду 20, а катодом — к гнезду 6 панели. При срабатывании геркона светодиод должен вспыхивать.

После установки правильно запрограммированного микроконтроллера в панель и подачи питания контрольный светодиод HL9 должен кратковременно вспыхивать приблизительно один раз в секунду. После каждого срабатывания геркона некоторое время должно наблюдаться "перемигивание" светодиодов линейки — формируется развёртка изображения. Пример синтезированного изображения (название населённого пункта Горки с плюсами и квадратом) показан на **рис. 7**.

Чтобы получить лучшее изображение при меньшей скорости движения велосипеда, устройство подсветки было доработано. Вместо одной линейки светодиодов на колесе были установлены сразу три. Оказалось, что число спиц велосипедного колеса кратно трём, потому углы между линейками легко получились равными 120°. Теоретически такое решение позволяет достичь одинакового с исходным вариантом качества изображения при втрое меньшей скорости движения велосипеда.



Рис. 7

Схема доработанного устройства показана на **рис. 8**. Ввиду недостаточного числа выводов использованного микроконтроллера пришлось использовать динамическую индикацию — питание на линейки светодиодов подаётся через ключи на транзисторах VT1—VT3.

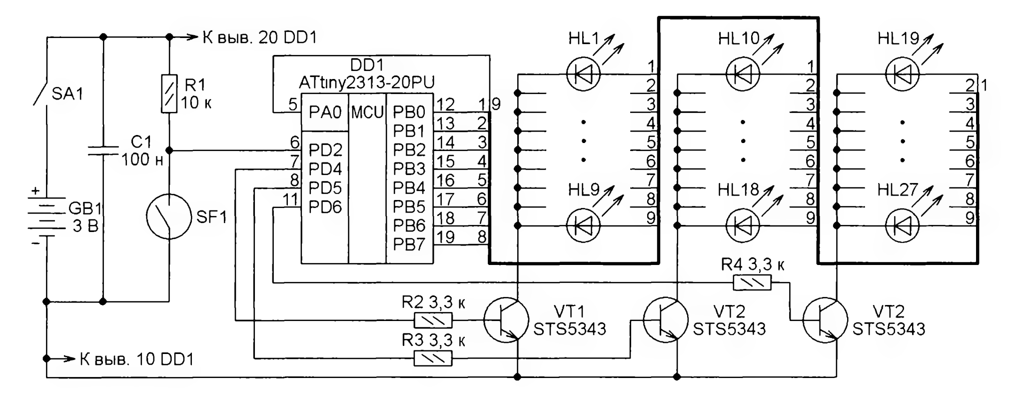


Рис. 8

В остальном принцип работы устройства аналогичен описанному. Добавлен выключатель питания SA1, так как вынимать элементы питания оказалось не очень удобно. Светодиодные линейки подключены к плате микроконтроллера через разъёмы IDC10. Загрузочный файл программы для этого варианта носит название bl4.hex. Подготовка изображения для загрузки в микроконтроллер не отличается от описанной выше.

В целом, устройство получилось довольно любопытным. Тёплым летним вечером велосипедист с подобной подсветкой своего велосипеда явно не останется без внимания любопытных глаз. Мигающую светодиодную линейку можно закрепить не только на колесе, но и вертикально на руле или раме велосипеда, а то и просто держать в руке. При достаточной скорости движения изображение будет создаваться и в этих случаях.

Фиксированный период смены колонок изображения, заложенный в программу, приводит к зависимости размера изображения от скорости движения. При совершенствовании программы имеет смысл избавиться от этого недостатка, сделав период уменьшающимся с повышением частоты вращения колеса.

Другим направлением совершенствования программы может быть увеличение числа хранящихся в ней изображений с возможностью их оперативного выбора и замены.

***От редакции**. Программы микроконтроллера и программа преобразования изображения в текстовый формат находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/03/b.zip** на нашем FTP-сервере.*

Светодиодный светильник "Ваза с цветами"

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Этот светодиодный светильник выполнен в форме вазы с цветами (**рис. 1**) и имеет три режима свечения: статический, светодинамический и динамический. В первом из них бутоны цветов светят постоянно и неярко, во втором — периодически ярко вспыхивают и плавно гаснут, в третьем — вспыхивают и гаснут, при этом как бы качаясь на ветру.

Схема светильника представлена на **рис. 2**. Он содержит генератор прямоугольных импульсов на таймере DA1, электронный ключ на транзисторе VT1, электромагнита Y1 и питается от двух батарей. При замыкании контактов выключателя SA3 напряжение батареи GB2 на светодиоды HL1—HL3 поступает через токоограничивающие резисторы R3, R5—R7. Поскольку через светодиоды протекает небольшой ток, светят они неярко. Это — статический режим.

При замыкании контактов выключателя SA1 питающее напряжение поступит на генератор прямоугольных импульсов. На выходе таймера DA1 (вывод 3) формируются импульсы с периодом следования около 11 с длительностью 1 с. Резисторами R1, R2 задают длительность импульса и паузу между ними соответственно. Диод VD1 разделяет цепи зарядки и разрядки конденсатора C1. При появлении на выходе таймера импульса напряжения конденсатор C3 быстро заряжается через диод VD2, транзистор VT1 открывается и ток через светодиоды возрастает в несколько раз, поэтому они ярко вспыхивают. По окончании импульса конденсатор C3 медленно разряжается через резистор R4 и эмиттерный переход транзистора. В результате ток через светодиоды и яркость их свечения соответственно будут плавно уменьшаться до первоначальных значений. С приходом следующего импульса процесс повторится. Так светильник работает в светодинамическом режиме.

Если замкнуть контакты выключателя SA2, импульс генератора будет поступать и на электромагнит Y1, который срабатывает и приводит в движение стебли цветов — создаётся впечатление, что они колышутся на ветру. Одновременно изменяется и яркость свечения светодиодов — светильник работает в динамическом режиме.



Рис. 1

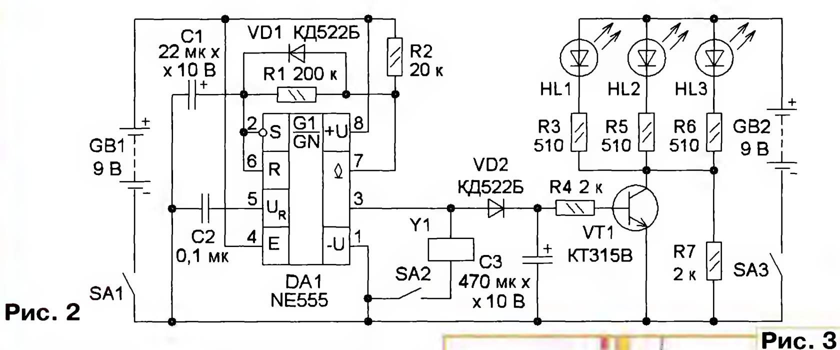


Рис. 2

В устройстве применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — импортные, С2 — К10-17, транзистор — любой из серий КТ315, КТ3107, диоды — любые маломощные выпрямительные или импульсные. Светодиоды с диаметром корпуса 5 мм могут быть любого цвета свечения, но обязательно повышенной яркости. Выключатели питания — малогабаритные движковые. Батареи питания — 6F22, "Крона", "Корунд". Конструкцию основания "букета" поясняет **рис. 3**. Электромагнит изготовлен из реле РЭС9, сопротивление его обмотки должно быть в пределах 500...600 Ом, подойдут реле исполнений РС4.529.029-00, РС4.529.029-01, РС4.529.029-07, РС4.529.029-09 или старых реле с паспортами РС4.524.200, РС4.524.201, РС4.524.209, РС4.524.213. Объединённые выводы катушек разъединяют, после чего для уменьшения напряжения срабатывания обмотки соединяют параллельно ("крест-накрест"). Контактную группу реле удаляют. К якорю реле припаивают три отрезка 1 стальной проволоки диаметром 0,5...0,6 и длиной 250...300 мм (используется, например, в пчеловодстве). Каждый из отрезков выполняет функцию стебля и одного из проводов, по которым питающее напряжение поступает на светодиод (на анод). К одному из выводов реле припаяны резисторы 3 (R3, R5 и R6), а к другим выводам резисторов — изолированные провода 2, которыми обвиты стебли и по которым напряжение поступает на катоды светодиодов. К верхнему концу каждого "стебля" припаивают гнездо (отрезок панели для микросхем в корпусе DIP) для установки светодиодов. Такая конструкция позволяет легко заменять светодиоды, быстро изменяя цвета в "букете".

Рис. 3

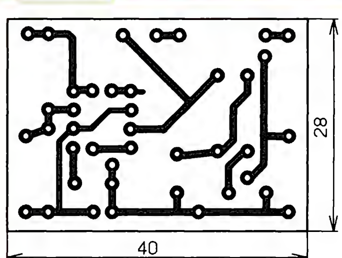
Рис. 4

Каждый из светодиодов помещают в полупрозрачный футляр (**рис. 4**), состоящий из отрезка 1 трубочки для коктейля и пластмассовой пробки 2 (отрезок цилиндрического пластика светлых тонов). "Бутон" цветка делают из белой бумаги в форме квадрата со стороной 50...60 мм. Заготовку "бутона" по диагонали сворачивают в кулёк, склеивают клеем ПВА и приклеивают к контактной панели светодиода. Получившийся "букет" вставляют в пластиковую бутылочку из-под йогурта и привинчивают реле к её дну (**рис. 5**).



Рис. 5

Остальные элементы монтируют на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита или гетинакса, чертёж которой показан на **рис. 6**. Плату, батареи и выключатели размещают на пластиковой подставке светильника (см. рис. 1). "Стебли" цветов красят в зелёный цвет нитрокраской, листья делают из полосок бумаги и скотчем крепят к "стеблям". "Вазу" прикручивают к основанию с помощью металлической стойки с резьбой М3 и П-образной пластины.



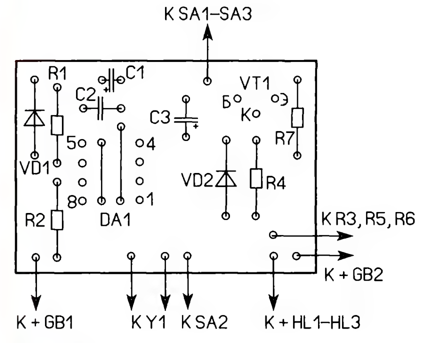


Рис. 6

Частоту следования импульсов генератора (без изменения их скважности) можно изменить подборкой конденсатора С1. Увеличение ёмкости приводит к уменьшению частоты. При желании длительность импульса изменяют подборкой резистора R2, а длительность паузы — подборкой резистора R1. Уменьшение сопротивления резисторов приводит к уменьшению соответствующего параметра.

***От редакции**. Видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/03/vaza.zip** на нашем FTP-сервере.*

РАДИО
E-mail: mail@radio.ru
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
о связи

СРР — итоги 2014 года

Дмитрий ВОРОНИН (RA5DU), г. Щёлково Московской обл.

В этом году в нашей организации стало на два региональных отделения больше. Эти региональные отделения образованы в Крыму и Севастополе. Проведена огромная работа с различными министерствами и ведомствами для того, чтобы максимально облегчить переход наших коллег в правовое поле Российской Федерации. СРР принял участие в подготовке всех необходимых для такого перехода нормативных актов. В итоге сегодня в Республике Крым и г. Севастополе у 429 радиолюбителей имеются документы, допускающие их к любительской службе радиосвязи, что на 65 человек превышает число радиолюбителей, имевших действующие разрешительные документы, на 1 января 2014 г.

Теперь поговорим об организационной стороне радиоспорта. Хорошо поработали наши региональные отделения по направлению аккредитации. Аккредитованных региональных отделений на декабрь 2014 г. насчитывается ровно половина. При этом в нескольких РО СРР процесс аккредитации ещё идёт. Уверен, что к моменту прохождения повторной аккредитации СРР при Минспорте России мы будем иметь необходимое число аккредитованных РО СРР. Минспортом утверждены новые правила вида спорта "радиоспорт", подготовлены к передаче в Минспорт России документы на признание новых спортивных дисциплин радиоспорта. Среди них и спортивная дисциплина, в которой предусмотрено участие слабо видящих спортсменов.

Теперь о финансировании радиоспорта. В 2014 г. поступления от членских взносов в центральный бюджет СРР составили приблизительно 4,5 миллиона рублей.

Один миллион рублей получен из Минспорта России на организацию поездок спортсменов на чемпионаты и первенства мира и Европы, а также на проведение всероссийских и межрегиональных спортивных соревнований.

Два миллиона рублей получены из Минспорта России и превращены в технику для радиоспорта, и сейчас идёт процесс её отправки в региональные отделения СРР.

Ещё приблизительно полтора миллиона рублей получены аккредитованными региональными отделениями СРР из бюджетов региональных органов исполнительной власти в сфере спорта. Напомню, что возможность получения этих средств открыла успешная аккредитация СРР, а также выполнение спортивным отделом СРР всех обязанностей, предусмотренных законодательством в сфере спорта.

Президент СРР Дмитрий Воронин (RA5DU).

Таким образом, в этом году все средства, направленные региональными отделениями в центральный бюджет СРР в виде взносов, в полном объёме вернулись им при участии руководства СРР из бюджетов всех уровней. Это хороший показатель.

Президиум СРР на своём заседании 20 декабря 2014 г. подвёл итоги конкурса молодёжных грантов СРР. В итоге в молодёжные организации трёх аккредитованных РО СРР направлено 130 тысяч рублей из бюджета СРР.

Хочу ещё раз поздравить всех наших спортсменов, показавших в этом году отличные результаты на чемпионатах и первенствах Европы и мира, а также организаторов всероссийских соревнований по радиоспорту, выполнивших всю запланированную программу.

Важнейшим направлением нашей работы остаётся взаимодействие с Администрацией связи России в части нормативного регулирования использования радиочастотного спектра. В этом году Россия присоединилась к рекомендации СЕПТ T/R 61-02, а радиолюбители получили за год семь тысяч свидетельств об образовании позывного сигнала опознавания любительской радиостанции, значительная часть которых — после успешной сдачи экзамена в квалификационных комиссиях региональных отделений СРР.

В 2014 г. QSL-бюро вернулось к своему обычному ритму. Меры, принятые руководством СРР за два последних года (встреча с руководителем ФТС России, письма в IARU и в адрес наших коллег по национальным радиолюбительским организациям мира с информацией о том, какие таможенные нормы действуют в странах Таможенного союза, а с 1 января 2015 г. и в ЕАЭС), принесли свои результаты. Таможенные органы, как и ранее, продолжают задерживать посылки с QSL-почтой, поступающие из-за рубежа, однако с весны 2014 г. все сто процентов задержанных посылок после выполнения определённых процедур были получены QSL-бюро СРР. С октября 2013 г. по декабрь 2014 г. общая масса задержанных таможней и впоследствии полученных QSL-бюро СРР посылок составила 419 кг. При этом все процедуры по оформлению пропуска задержанных посылок для нас бесплатны.

Нередки случаи, когда посылки задерживаются даже при абсолютно правильно оформленных сопроводительных документах. Сейчас нам стало понятно, что работу с таможенными органами придётся вести долговременно и систематически даже при самых благоприятных для нас нормативных актах в сфере таможенного регулирования.

Более подробно о направлениях дальнейшего развития нашего Союза, а также радиоспорта и радиолюбительства мы поговорим на Съезде СРР, который состоится совсем скоро — в апреле 2015 г.

Мемориал "Победа-70"



Положение

В ознаменование 70-летия победы над фашизмом в Великой Отечественной войне, принимая во внимание всемирно-историческое её значение, Союз радиолюбителей России при поддержке Автономной некоммерческой организации "Редакция журнала "Радио" проводит в мае 2015 г. мемориал "Победа-70". Этим мы отдаём дань памяти тем, кто защищал нашу Родину на фронтах Великой Отечественной войны, и тем, кто ковал нашу победу в тылу, и выражаем глубокое уважение и благодарность за их вклад в победу над фашизмом.

Для участия в мемориале приглашаются радиолюбители всех стран мира. Он будет проходить с 9 UTC 3 мая 2015 г. до 21 UTC 10 мая 2015 г.

Основная цель мемориала — увековечить память о подвигах (заслугах) защитников и жителей городов-героев, городов воинской славы России, воинских подразделений, Героев Советского Союза и кавалеров ордена Славы, предприятий, организаций, объединений и отдельных граждан, совершённых на фронте и в тылу в период Великой Отечественной войны. Она достигается работой мемориальных станций, включая передачу ими во время радиосвязей информации об исторических событиях, в честь которых они работают, рассылкой памятных QSL-карточек и диплома "Победа-70", созданием памятных страниц на радиолюбительских ресурсах в сети Интернет и других действий.

Мемориал проводит Оргкомитет, который сформирован распоряжением президента СРР по согласованию с редакцией журнала "Радио".

Организационный комитет мемориала "Победа-70"

Председатель комитета:
Гончаров Николай (RA3TT)

Члены комитета:
Беев Валерий (RN3BW)
Безменов Александр (R9LM)
Васильев Владимир (RA9LR)
Глухов Евгений (R4AAS)
Григорьев Игорь (RV3DA)
Думанский Антон (R1AX)
Корнилов Николай (R3DN)
Смирнов Сергей (RK3BJ)
Соколов Дмитрий (RX1CQ)
Степанов Борис (RU3AX)

Организация и координация работы мемориальных станций, ответственность за их работу в эфире, подготовку и направление отчёта об использовании специального позывного сигнала, а также за изготовление и рассылку QSL-карточек мемориальных радиостанций возлагается на руководство региональных отделений СРР. Направляя заявки на получение специальных позывных сигналов, РО СРР принимают на себя обязанность соблюдать настоящее положение.

Города-Герои
(в алфавитном порядке позывных)

RP70KC	Керчь
RP70L	Ленинград (Санкт-Петербург)
RP70M	Москва
RP70MU	Мурманск
RP70NR	Новороссийск
RP70S	Смоленск
RP70SE	Севастополь
RP70SG	Сталинград (Волгоград)
RP70T	Тула
	Минск
	Брестская крепость
	Киев
	Одесса

Мемориальные радиостанции работают в эфире в честь подвигов защитников и жителей городов-героев, городов воинской славы России, воинских подразделений, Героев Советского Союза и кавалеров ордена Славы, предприятий и отдельных граждан, совершённых на фронте и в тылу в период Великой Отечественной войны.

Списки позывных мемориальных радиостанций с описанием подвигов (заслуг), в честь которых проводится их работа в эфире, публикуются Оргкомитетом на сайте СРР не позднее 1 апреля 2015 г.

Торжественное открытие мемориала состоится 3 мая в 9 час. 00 мин. UTC и проводится радиостанцией RP70L (г. Санкт-Петербург) на частоте 7070 кГц, а также радиостанцией RP70P (г. Тюмень) на частоте 14170 кГц. Оно включает в себя обращение Оргкомитета мемориала к его участникам и минуту молчания (с 9 час. 04 мин. до 9 час. 05 мин. UTC) в память о событиях тех лет. Работа мемориальных станций начинается в 9 час. 05 мин. UTC.

"Вахта Памяти" и встреча городов-героев и городов воинской славы состоится 9 мая в 09 час. 00 мин. UTC на частоте 7070 кГц и проводится радиостанцией RP70L (г. Санкт-Петербург), а также на частоте 14170 кГц радиостанцией RP70P (г. Тюмень).

Программы торжественного открытия мемориала, "Вахты памяти" и встречи городов-героев и городов воинской славы будут объявлены дополнительно. В торжественном открытии и "Вахте Памяти" для обеспечения уверенной связи принимают участие дублирующие станции, определяемые Оргкомитетом.

Мемориальным радиостанциям в течение каждого часа необходимо не менее трёх раз давать информацию об исторических событиях, которым посвящена их работа в эфире.

По поручению Оргкомитета уполномоченными лицами будет осуществляться эфирный контроль работы участников мемориала по соблюдению ими нормативных актов в сфере любительской службы связи и настоящего положения. Данные эфирного контроля будут использованы при проверке отчётов и решении вопроса о награждении дипломами.

Оргкомитет вправе запросить аппаратный журнал участника мемориала, непредставление которого влечёт за собой незачёт проведённых им радиосвязей и исключение из числа награждаемых дипломами.

Города воинской славы
(в алфавитном порядке позывных)

RP70A	Архангельск
RP70AN	Анапа
RP70B	Белгород
RP70BR	Брянск
RP70D	Дмитров
RP70EL	Ельня
RP70GE	Елец
RP70H	Хабаровск
RP70IT	Колпино
RP70K	Курск
RP70KD	Калач-на-Дону
RP70KO	Ковров
RP70KS	Козельск
RP70KT	Кронштадт
RP70LU	Луга
RP70MG	Малгобек
RP70MV	Можайск
RP70MY	Малоярославец
RP70N	Нальчик
RP70NF	Наро-Фоминск
RP70NV	Великий Новгород
RP70O	Орёл
RP70OP	Ломоносов
RP70PD	Псков
RP70PK	Петропавловск-Камчатский
RP70PL	Полярный
RP70RD	Ростов-на-Дону
RP70RZ	Ржев
RP70SO	Старый Оскол
RP70TO	Тихвин
RP70TP	Туапсе
RP70TR	Таганрог
RP70TV	Тверь
RP70V	Владивосток
RP70VA	Вязьма
RP70VB	Выборг
RP70VL	Владикавказ
RP70W	Воронеж
RP70WL	Великие Луки
RP70WN	Волоколамск

Мемориальные радиостанции стран СНГ и других стран-участников мемориала, используют специальные позывные сигналы в соответствии с порядком, установленным национальными администрациями связи этих стран. При этом им рекомендуется в период проведения мемориала использовать позывные сигналы, содержащие число 70.

В рамках проведения мемориала региональным и местным отделениям СРР рекомендуется организовывать в субъектах Российской Федерации дополнительные памятные мероприятия, которые посвящать Дню Победы. Включая в них награждения и вручение памятных подарков ветеранам Великой Отечественной войны и труженикам тыла, наиболее активным радиолюбителям и молодёжным коллективам (за счёт средств бюджета региональных и местных отделений СРР и привлечённых спонсорских средств). Использование позывных сигналов мемориала для участия в любых спортивных соревнованиях запрещено.

По согласованию с Оргкомитетом мемориала могут проводиться общероссийские, региональные и местные радиолюбительские эфирные мероприятия, цели и задачи которых не противоречат целям и задачам мемориала. Сценарии и планы таких мероприятий не должны создавать помех в реализации настоящего положения.

В зачёт принимаются радиосвязи (наблюдения), проведённые на различных КВ- (включая WARC) и УКВ-диапазонах различными видами модуляции: CW, PHONE (SSB, FM, AM), DIGITAL (RTTY, PSK31, PSK63 и т. д. засчитываются за один вид), а также любыми видами с использованием радиолюбительских спутников.

Повторные радиосвязи (наблюдения) засчитываются на различных диапазонах, а на одном диапазоне — различными видами модуляции.

Дипломная программа

Наиболее активные участники мемориала в группах "Ветераны Великой Отечественной войны", "Труженики тыла", "Индивидуальные радиостанции", "Клубные радиостанции", "Молодёжные индивидуальные радиостанции" и "Молодёжные клубные радиостанции" будут отмечены памятными призами АНО "Редакция журнала "Радио" (по одному в каждой группе) — плакетками для клубных радиостанций и медалями для индивидуальных радиостанций.

За проведение радиосвязей (наблюдений) с мемориальными радиостанциями стран-участников мемориала радиостанциями ветеранов Великой Отечественной войны и тружеников тыла выдаётся диплом "Победа-70". Для получения этого диплома необходимо:

— мемориальным радиостанциям провести не менее 1000 QSO;

— операторам мемориальных радиостанций — не менее 300 QSO;

— операторам мемориальных радиостанций в возрасте до 19 лет включительно — не менее 150 QSO;

— радиолюбителям при работе на диапазоне 160 метров — не менее 15 QSO;

— радиолюбителям при работе только на УКВ — не менее 5 QSO;

— радиолюбителям при работе на КВ-диапазонах необходимо набрать 70 очков.

За одно QSO (SWL) радиолюбителям, находящимся в пределах ЦФО, С-ЗФО, ЮФО, С-КФО, КрФО, ПФО, УрФО и стран Европы, начисляются 2 очка, в пределах СФО и ДВФО — 5 очков. Радиолюбителям, находящимся вне СФО и ДВФО Российской Федерации и стран Европы, начисляются 5 очков. Радиосвязи с радиостанциями, использующими позывные сигналы временного использования, не предусмотренные настоящим положением, к зачёту не принимаются.

Ветеранам Великой Отечественной войны и труженикам тыла диплом вручается независимо от количества проведённых ими связей.

Диплом "Победа-70" выдаётся бесплатно и в электронном виде. В бумажном виде он изготавливается для награждения ветеранов Великой Отечественной войны и тружеников тыла, операторов мемориальных радиостанций в возрасте до 19 лет и иных лиц (по решению Оргкомитета). Дипломы в бумажном виде высылают российским участникам в адреса QSL-бюро региональных отделений СРР, а иностранным участникам — в адреса QSL-бюро национальных радиолюбительских организаций.

В отчёте мемориальных радиостанций должны быть указаны операторы, выполнившие условия диплома и претендующие на его получение.

Участники мемориала, выполнившие условия диплома "Победа-70", в случае проведения радиосвязей с мемориальными радиостанциями и ветеранами Великой Отечественной войны и труженикам тыла из не менее чем девяти городов-героев Союза ССР могут претендовать на получение диплома "Победа-70. Города-Герои".

Участники мемориала, выполнившие условия диплома "Победа-70", в случае проведения радиосвязей с мемориальными радиостанциями и Ветеранами Великой Отечественной войны и труженикам тыла из не менее чем 30 городов воинской славы Российской Федерации могут претендовать на получение диплома "Победа-70. Города воинской славы".

Отдельные заявки на дипломы "Победа-70. Города-Герои" и "Победа-70. Города воинской славы" оформлять не надо. Эти дипломы генерируются автоматически на основе поступивших отчётов об участии в мемориале.

Дипломы в электронном виде публикуются на странице сайта СРР **www.pobeda.srr.ru** для свободного скачивания по мере выполнения дипломов.

Мемориальные радиостанции, которые проведут не менее 3000 или не менее 5000 радиосвязей, будут отмечены специальными дипломами Оргкомитета.

Отчёты об участии

Отчётом—заявкой на дипломы являются:

— для мемориальных радиостанций это журналы связей в формате ADI (ADIF) и списки операторов, загружаемые на страницу сайта СРР **www.pobeda.srr.ru** ;

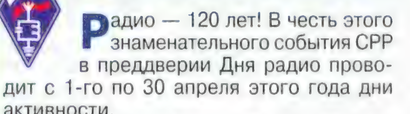
— для ветеранов Великой Отечественной войны это либо электронные логи в любом формате, либо списки позывных, которые сгруппированы по видам модуляции и диапазонам (в любом виде, в том числе и бумажном);

— для радионаблюдателей это заполненная на странице сайта СРР **www.pobeda.srr.ru** форма, в которой должны быть указаны данные о радионаблюдениях.

Остальным участникам не требуется предоставлять какие-либо отчёты, поскольку их результат в мемориале рассчитывается автоматически.

Журналы связей мемориальных радиостанций должны загружаться на странице сайта СРР **www.pobeda.srr.ru** не реже одного раза в день. В случае невозможности загрузки журнала по указанному графику (работа из нестационарных условий без возможности доступа к сайту и т. п.) допускается задержка с загрузкой журнала не более чем на пять дней. Они должны быть полностью загружены до 20 мая 2015 г.

Адрес для отправки бумажных отчётов: Воронин Дмитрий Юрьевич, а/я 1419, г. Щёлково, Московская область, 141100. Крайний срок отправки бумажного отчёта (по почтовому штемпелю) — 20 мая 2015 г.



Новости СРР

Радио — 120 лет! В честь этого знаменательного события СРР в преддверии Дня радио проводит с 1-го по 30 апреля этого года дни активности.

В этот период будут работать юбилейные радиостанции R1895R, R2015R и R120RA—R120RZ. Не исключена работа и юбилейных радиостанций других стран с цифрой 120 в позывном, радиосвязи с которыми также будут идти в зачёт на юбилейные дипломы.

Для их получения необходимо во время дней активности набрать не менее 120 очков за радиосвязи с этими радиостанциями.

За радиосвязи с радиостанциями R1895R и R2015R начисляют по 10 очков, с радиостанциями R120RA—R120RZ и юбилейными радиостанциями других стран начисляют по 5 очков. Повторные радиосвязи разрешены на различных диапазонах, а на одном диапазоне — различными видами излучения. Все цифровые виды идут в зачёт как DIGITAL.

Дипломы выдают по виду излучения, т. е. каждый радиолюбитель может получить четыре диплома: MIXED, CW, SSB, DIGITAL. Наблюдателям дипломы выдают на аналогичных условиях.

7 мая в 10 MSK на частоте 14120 кГц состоится "круглый стол" — перекличка всех юбилейных станций и объявление предварительных итогов дней активности.

А были ли они "нелегалами"?

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

В радиолюбительских кругах бытует легенда, что все первые советские коротковолновики были, по существу, нелегальными. Обсуждение этого вопроса время от времени всплывает на различных форумах в Интернете. Сторонники этой идеи радостно отмечают, что "радиохулиганство", поразившее наше общество в 60-е годы прошлого столетия, зародилось ещё в 20-е годы, когда в нашей стране только-только появилась любительская радиосвязь на коротких волнах.

В какой-то степени эту легенду подпитывает тот факт, что до определённого момента наши первые коротковолновики, начиная с Фёдора Лбова, применяли для работы в эфире позывные, очень похожие на "самодельные". Действительно, у большинства энтузиастов любительской радиосвязи в 1925—1926 гг. позывные состояли из буквы R, цифры и ещё двух или иногда трёх букв, которые чаще всего были просто инициалами радиолюбителя. Например, R1FL — Фёдор Лбов, R1AK — Александр Кожевников и тому подобное. Ну и известно, конечно, из воспоминаний Фёдора Лбова, что свой позывной придумал он сам...

А как же на самом деле обстоял в те годы вопрос с привычными для нас радиолюбительскими лицензиями? Ведь мы сейчас получаем сразу и право на работу в эфире, и позывной сигнал от государства. Похоже, что на начальном этапе коротковолнового радиолюбительства в нашей стране дело обстояло немного иначе.

Напомним, что первым документом, касающимся гражданских радиостанций, было Постановление СНК СССР от 4 июля 1923 г. "О радиостанциях специального назначения". Этим постановлением государственным, профсоюзным и партийным учреждениям и организациям разрешалось иметь радиостанции, соответствующим образом зарегистрированные в учреждениях Наркомата почт и телеграфов. В нём есть и упоминание о любительской радиосвязи (для задач самообразования), но право на радиостанции частным лицам оно ещё не давало. Однако первый шаг в нужном направлении был уже сделан.

Вторым шагом в развитии именно массового радиолюбительства стало Постановление СНК СССР от 28 июля 1924 г. "О частных приёмных радиостанциях". В дополнение к этому постановлению в газете "Известия" в октябре того же года появилось разъяснение Наркомата почт и телеграфов, которое имеет прямое отношение к интересующему нас вопросу. Мы воспроизводим его по публикации в журнале "Радиолюбитель" № 5 за 1924 г. — с сохранением стиля, орфографии и пунктуации оригинала.

"Об'явление НКП и Т о регистрации радиостанций

В газете "Известия ЦИК СССР" от 26, 28 и 29 X опубликовано следующее об'явление интересное и важное для всех любителей:

Народный комиссар почт и телеграфов предлагает:

1) Всем государственным профсоюзным и партийным учреждениям и организациям, а также частным лицам, установившими приемные или приемо-передающие радиостанции на основании декрета СНК СССР от 4 июля 1923 г. и 28 июля 1924 г., и не зарегистрировавшие их до сего времени, предлагается зарегистрировать таковые в месячный срок со дня публикации сего об'явления.

По истечении указанного срока все незарегистрированные радиостанции будут считаться нелегально установленными, и руководители учреждений, организаций и частные лица, установившие их, будут привлечены к судебной ответственности по соответствующим статьям уголовных кодексов Союзных Республик."

Обратите внимание, речь уже идёт и о "приемо-передающих радиостанциях" (в том числе и частных лиц), и об уголовной ответственности за отсутствие их регистрации.

Первая любительская радиостанция появилась в стране только в январе 1925 г. Нелепо предполагать, что, зная о серьёзной ответственности за отсутствие регистрации, первые наши коротковолновики решались бы на нелегальный выход в эфир. Не говоря уже о коллективных радиостанциях учреждений, таких как, например, Нижегородская радиолаборатория. Её "коллективка" использовала позывной R1NN. И не говоря уже о том, что подробная информация об их работе вовсе не была "секретной" — публиковалась в радиолюбительских журналах и других СМИ того времени.

Но ни в одном из названных документов не сказано ни слова о позывных...Так что не исключено — это было просто отдано "на откуп" тогда самим владельцам радиостанций.

А общегосударственная регистрация радиостанций была введена только Постановлением СНК СССР от 5 февраля 1926 г. "О радиостанциях частного пользования" и приложения к нему, касающегося тарифов оплаты за эксплуатацию любительских радиостанций. И одновременно коротковолновики стали получать новые позывные по единой системе. Они тогда состояли из двухзначного порядкового номера и двух букв (RA, а затем RB и RW). У коллективных радиостанций порядок данных в позывных был другой — RA и две цифры.

Здесь следует заметить, что на тот момент не существовало международной системы позывных любительских станций. Такие рекомендации Международный союз электросвязи внёс в свой Регламент позже. Лишь только в некоторых (но далеко не во всех!) странах коротковолновики придерживались понятного современным радиолюбителям подхода, когда одна или две первые буквы позывного указывали на страну, из которой работает данная любительская радиостанция. Надо отметить, что первые "самодельные" позывные советских станций соответствовали этому правилу — все они начинались с буквы R, которая уже тогда была закреплена за СССР.

А вот позывные, которые наше государство начало выдавать коротковолновикам в 1926 г., уже в явной форме этому правилу не соответствовали, но идентификация страны по ним осуществлялась однозначно.... Надо сказать, что процесс перехода к этой системе позывных, которая просуществовала до 1930 г., был не быстрым. Есть документальные свидетельства (см. **фото**), что "самодельные" позывные использовались ещё, по крайней мере, до конца 1926 г.



QSL R1ÜA за радиосвязь с англичанином 8 декабря 1926 г.

Top Band DX Club

Итоги 160 METER CONTEST 2014

Современные компьютерные технологии позволяют быстро собрать отчёты участников и произвести судейство соревнований. Сегодня во многих контестах практически исчезли бумажные отчёты, поступление которых иной раз растягивалось на месяц-два. Лучше стало и оформление электронных отчётов. Недостатки в них порой тоже затягивали подведение итогов, поскольку немало времени уходит на приведение некоторых из них, в целом содержащих всю необходимую информацию, в форму, которая необходима для их машинной обработки.

К примеру, в соревнованиях "Старый Новый год", проходивших в январе, подавляющее большинство электронных отчётов поступило в течение одной недели после окончания соревнований. Причём бо́льшая часть отчётов прошла через WEB интерфейс сайта UA9QCQ, на входе которого робот производит их предварительную проверку на предмет правильности их оформления и предоставления информации в соответствии с положением о соревнованиях. Для ONY CONTEST этого года через WEB-интерфейс было загружено 500 отчётов, а на наш контест-ящик для электронной почты поступило только примерно 150. И лишь немногие отмечали, что посылают их на ящик, поскольку не смогли загрузить через интерфейс.

Что касается бумажных отчётов, надо, по-видимому, вводить ограничение по срокам их поступления. Например, один месяц после окончания соревнований. По почтовым штемпелям на конвертах "опаздывающих" отчётов иногда видно, что участники высылают их в последний момент — через две недели после окончания контеста (срок, установленный для электронных отчётов). Плюс ещё иногда "пошутит" почта... А затягивать судейство из-за нескольких запоздавших бумажных отчётов нельзя.

Дамир Галиулин (RK9AX) — победитель по азиатской части России.

В соревнованиях 160 METER CONTEST прошлого года отчёты прислали 147 участников. Как и раньше, отчёты в подобных соревнованиях не предоставляют заметное число спортсменов. И в этот раз их набралось почти 60... Поступившие отчёты пришли из 29 стран и территорий мира по списку диплома DXCC. От России в этих соревнованиях приняли участие коротковолновики из 39 областей.

По европейской части России на первое место вышел москвич Александр Гиманов (UA5C). Второй результат показал Виктор Максименко (R1DX) из Санкт-Петербурга, а на третье место в этой группе вышел Александр Ганин (RT3T) из г. Павлово Нижегородской области.

Дамир Галиулин (RK9AX) из г. Еманжелинска Челябинской области был лучшим по азиатской части России. На втором месте в этой группе — Геннадий Колмаков (UA9MA) из с. Розовка Омской области. Третье место занял ещё один представитель этой области — Сергей Сиберт (RN9N) из Омска.

Среди зарубежных участников этого контеста лучшим был Виктор Яровой (UW1M) из украинского города Алчевска (Луганская область). Второе место занял швед Пете Арнинге (SG5Z) из г. Вастерас. Третий результат здесь показал Эдуард Назарук (UT5ECZ) из украинского города Вольногорска Днепропетровской области.

В группах радиостанций с несколькими операторами участников (как и обычно бывает в этих соревнованиях) немного. Первые места здесь соответственно заняли команды RW0A (Красноярск, азиатская часть России), RM4F (с. Михайловка Пензенской области, европейская часть России), HG7T (г. Ерд, Венгрия).

Лидеры по группам приведены в **таблицах** (занятое место, позывной, число связей, число очков за связь, множитель, результат). Результаты всех участников этих соревнований находятся на нашем сайте по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/2015-2-8.shtml** .

MULTI-OP WORLD

1	HG7T	171	1129	51	57579
2	MW5R	104	594	45	26730
3	IQ3RK	78	377	33	12441

MULTI-OP RU AS

1	RW0A	114	487	48	23376
2	RT9J	97	387	39	15093
3	RK9CYA	88	352	38	13376

MULTI-OP RU EU

1	RM4F	218	624	62	38688
2	R2OA	195	547	60	32820
3	RY6Y	179	493	59	29087

SINGLE-OP WORLD

1	UW2M	224	1578	61	96258
2	SG5Z	146	977	58	56666
3	UT5ECZ	135	1025	50	51250
4	UR5IFB	128	959	51	48909
5	SP2LNW	136	852	54	46008
6	UR5EPG	131	935	49	45815
7	UN7LZ	101	925	40	37000
8	SM6M	108	702	51	35802
9	UP0L	92	825	42	34650
10	YU1EA	126	732	44	32208

SINGLE-OP RU AS

1	RK9AX	172	761	56	42616
2	UA9MA	128	531	50	26550
3	RN9N	111	451	41	18491
4	RV9CX	101	424	42	17808
5	UD8A	82	342	42	14364
6	RW9CD	73	291	36	10476
7	R9AB	55	223	34	7582
8	RN9U	63	247	30	7410
9	RK9AN	49	208	28	5824
10	UA9SIV	45	191	29	5539

SINGLE-OP RU EU

1	UA5C	232	667	66	44022
2	R1DX	193	544	60	32640
3	RT3T	196	557	57	31749
4	RO3G	189	523	57	29811
5	UF4M	167	484	55	26620
6	RZ3DX	160	455	58	26390
7	R7LV	162	447	54	24138
8	R3ST	150	421	56	23576
9	R7AW	158	433	54	23382
10	UA6CC	165	453	50	22650

Эти две фотографии мы получили с письмом от Валерия Торопченкова (RK9UM). Он, майор запаса, с нескрываемой гордостью написал:

"На Дальнем Востоке служит мой сын — рядовой Михаил Торопченков (RM9UM). Во время внезапной проверки войск Восточного военного округа, а также военных учений "ВОСТОК-2014" он на протяжении двух месяцев обеспечивал надёжной радиосвязью командование реактивного артиллерийского дивизиона. И это неудивительно — до службы в армии Михаил активно занимался радиосвязью на КВ и УКВ, СРТ, успешно выступал в различных соревнованиях. Стал мастером спорта России по радиоспорту. Он на "отлично" закончил курсы Кемеровской РТШ ДОСААФ по специальности "радиотелеграфист".

Пожелаем же Михаилу дальнейшей успешной службы в рядах Вооружённых сил России!





120 лет Радио



Вознаменование 120-летия изобретения Радио Александром Степановичем Поповым учреждена юбилейная медаль Союза радиолюбителей России "120 лет Радио". Ею могут быть награждены граждане, внёсшие значительный вклад в становление и развитие радиолюбительства и радиоспорта в СССР и Российской Федерации, а также имеющие фундаментальные труды и заметные достижения в этой области.

Аппаратура для наблюдений в диапазоне сверхдлинных волн

Александр КУДРЯВЦЕВ (RN3AUS), г. Москва

Зарядное устройство выполнено на отдельной плате размерами 70×50 мм из односторонне фольгированного текстолита. Чертёж платы и расположение элементов приведены на **рис. 8** и **рис. 9**. Плата устанавливается на двух стойках над основной платой рядом с сетевым трансформатором, над фильтром помехоподавления.

Сетевой трансформатор T1 с номинальным выходным напряжением вторичной обмотки 12 В при токе не менее 1 А желательно применить тороидальный. Если будет применён трансформатор другой конструкции, то прежде, чем закрепить его на плате, необходимо убедиться в отсутствии наводок фона переменного тока на катушки полосового фильтра и трансформатор T2. Если фон прослушивается, необходимо изменить расположение T1 (повернуть на 90°), чтобы фон исчез либо был минимален. Конденсатор C2, варистор RU1 и дроссель L1 использованы от фильтра помехоподавления импульсного блока питания импортного телевизора. Желательно, чтобы сопротивление закрытого стабилитрона VD3 и обратное сопротивление диода VD4 были максимальными.

Микросхема DA3 — TDA2003 заменима на К174УН14. На фланце микросхемы необходимо закрепить небольшой теплоотвод. Транзисторы VT5 и VT7 — BD140 или КТ814, КТ816 с любыми буквенными индексами, они должны быть установлены на теплоотводах через изолирующую прокладку. Полевые транзисторы VT3 и VT8 следует выбрать с малым напряжением отсечки, лучше всего в пределах 1,5...3,5 В.

Дроссель L4 намотан на кольцевом магнитопроводе типоразмера K24×13×7 мм из феррита 2000НМ и содержит не менее 100 витков провода ПЭВ-2 0,2. Можно использовать импортное кольцо голубого цвета. Индуктивность дросселя должна быть порядка 10...15 мГн. Дроссель L6 намотан на каркасе, содержащем ферритовый стержень диаметром 12 и длиной 25 мм от импульсного дросселя из блока питания импортного телевизора. Его катушка содержит 200 витков провода диаметром 0,15 мм. Индуктивность такого дросселя равна 50 мГн при активном сопротивлении 2 Ома. Можно использовать любой другой дроссель большей индуктивности, что снизит "пролезание" фона переменного тока во время зарядки аккумулятора, когда ток достаточно большой.

Трансформатор T2 намотан на кольцевом магнитопроводе типоразмера K20×12×6 мм из феррита 2000НМ. Первичная и вторичная обмотки содержат по 50 витков провода ПЭВ-2 0,15, индуктивность обмоток — около 6 мГн. Если дополнительный усилительный каскад на транзисторе VT8 не будет использоваться, то желательно увеличить число витков вторичной обмотки до 100...150. Обмотки лучше расположить раздельно, на противоположных сторонах кольца, что уменьшит паразитную ёмкостную связь и увеличит степень защиты компьютера при близком ударе молнии.

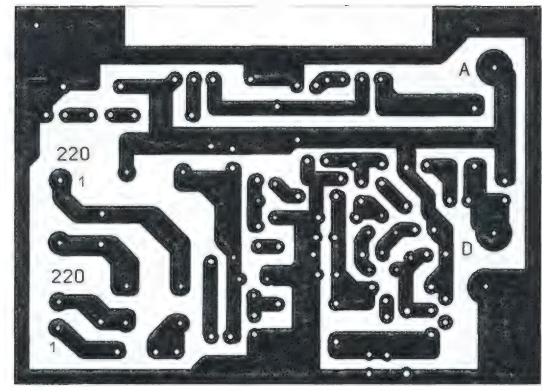


Рис. 8

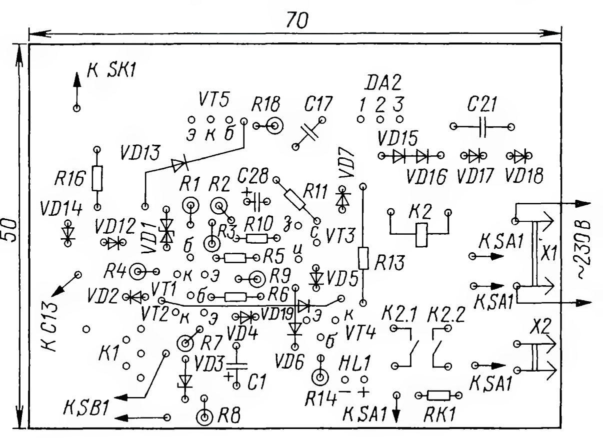


Рис. 9

Катушки индуктивности L2, L3, L5 приобретены готовые — КИВП 2 мГн с подстроечниками и в металлических экранах.

Постоянные резисторы — МЛТ. Переменный резистор R17 — импортный, можно применить совмещённый с выключателем SA3. Конденсаторы — керамические К10-7В или импортные аналоги. Конденсатор C3 — К73-9 или аналогичный на рабочее напряжение не менее 100 В. Оксидные конденсаторы — К50-35 или их импортные аналоги. Времязадающий конденсатор C1 желательно выбрать с малой утечкой, например, фирмы Epcos. Резистор R16 — проволочный мощностью не менее 1 Вт.

Разрядник FV1 — EC60 фирмы Epcos либо любой другой с напряжением срабатывания 45...90 В. Можно также применить малогабаритную неоновую лампу на напряжение не более 90 В.

Светодиоды HL2 и HL3 — импортные диаметром 3 мм красного цвета свечения. Светодиоды HL1 и HL4 — зелёного цвета свечения диаметром 5 мм.

Динамическая головка BA1 — любая малогабаритная, лучше высокочастотная, с сопротивлением обмотки 4...16 Ом, например 0,5ГДШ-1. Разъём XS4 — стереоразъём типа miniJack 3,5 мм для установки на панель. Коаксиальный разъём XW1 — BNC для установки на панель. Гнёзда XS1, XS2, XS3 — приборные клеммы для установки на панель, например серии Banana; X1 и X2 — двухконтактные для пайки на печатную плату, взяты от блока питания импортного телевизора. Переключатель SA1 — малогабаритный с двумя парами переключаемых контактов на рабочее напряжение не менее 250 В. Переключатели SA2, SA3 — любые малогабаритные, например МТД1-1. Терморезистор RK1 — NTC от импульсного блока питания, его сопротивление — 10...20 Ом. Варистор RU1 — также от импульсного блока питания на напряжение срабатывания 275 В.

Реле K1 — РЭС49 с сопротивлением обмотки около 600 Ом, реле K2 — OEG OSA-SS-212DM5, с обмоткой на рабочее напряжение 12 В, двумя группами замыкающих контактов, рассчитанных на коммутацию напряжения 250 В и ток 3 А.

Термореле SK1 — с нормально замкнутыми контактами и температурой срабатывания 70...80 °С, рабочим током не менее 2 А, например, фирмы Sang Mao.

Базовый блок собран в пластмассовом корпусе (распаечной коробке) размерами 155×115×65 мм. Соответствующие разъёмы, клеммы и органы управления выведены на боковые стенки коробки, а динамическая головка закреплена на съёмной крышке, в которой просверлено несколько отверстий. Налаживание базового блока начинают с проверки наличия питающего напряжения. Затем измеряют напряжение между коллектором и эмиттером транзистора VT7. В исходном состоянии оно должно быть не более 0,3 В (транзистор открыт). Включив SA3, закорачивают пинцетом разъём XW1. При этом падение напряжения на VT7 должно возрасти до 12 В, а све-

Окончание. Начало см. в "Радио", 2015, № 2

тодиод HL4 должен погаснуть. При выключении SA3 или снятии "закоротки" светодиод должен вновь включиться.

После этого следует настроить полосовой фильтр. Это можно сделать с помощью какой-либо программы спектроанализатора, например, SAQ-RX или SpectrumLab, подключив вход звуковой карты компьютера к линейному выходу изделия. На вход устройства нужно подать белый шум от генератора шума либо непосредственно шум эфира, подключив активную антенну. Подстроечниками L2, L3 и L5 добиться такой формы АЧХ фильтра, чтобы нижняя частота среза была не ниже 4 и не выше 5...6 кГц, а верхняя граница полосы пропускания находилась в диапазоне от 12 до 16 кГц. По возможности, нужно минимизировать неравномерность в полосе пропускания, что в дальнейшем может оказаться полезным при приёме и анализе сигналов фона грозовой активности.

Для налаживания зарядного устройства потребуется регулируемый источник питания. Сначала проверяют напряжение холостого хода на выходе DA2, оно должно быть не менее 14,4 В. Не забудьте, что микросхема должна стоять на теплоотводе через изолирующую прокладку, иначе напряжение на её выходе будет не более 12 В.

После этого проверяют ток короткого замыкания транзистора VT5, для чего гнездо XS1 закорачивают на общий провод и измеряют ток потребления, он должен быть не более 1...1,2 А. При этом теплоотвод, на котором установлены VT5, DA2 и SK1, будет достаточно быстро разогреваться и через некоторое время термореле сработает. Спустя несколько минут температура теплоотвода понизится и термореле вновь включится, ток потребления опять превысит 1 А.

Теперь необходимо настроить пороговое устройство и таймер. Вначале отключают диод VD19 и устанавливают нижний порог срабатывания триггера Шмитта VT1, VT2 подбором резистора R2, а если потребуется — R3. Затем постепенно увеличивая напряжение, проверяют верхний порог срабатывания триггера (он должен отличаться от нижнего порога на несколько десятых долей вольта, приблизительно 12,6 В) и при необходимости подбирают резистор R6. Чем меньше сопротивление резистора, тем меньше величина гистерезиса триггера. После этого вновь уменьшают напряжение источника питания до нижнего порога, добиваясь переключения триггера. Немного увеличив это напряжение, но не доводя его до верхнего порога, фиксируют время выдержки реле времени на VT3. При указанных на схеме деталях оно должно соответствовать 2,5 ч. Подключив диод VD19, убеждаются, что теперь реле K2 срабатывает при уменьшении напряжения ниже 12,2 В и в дальнейшем остаётся включённым на интервал выдержки реле времени, независимо от изменения напряжения питания. На этом налаживание устройства заканчивают.

Доработка антенны Baofeng UV-5R

Игорь ГОНЧАРЕНКО (DL2KQ), г. Бонн, Германия

У трансивера Baofeng UV-5R его штатная антенна нуждается в доработке: и настроена она неточно, и потери на диапазоне 144 МГц велики. Её несложно модифицировать так, чтобы она нормально работала на обоих диапазонах этого трансивера.

Доработку начинают с разборки антенны. Для этого её надо отсоединить от трансивера и подержать 10...15 мин в горячей воде (подойдёт закипевший чайник). Затем, держа антенну за разъём и аккуратно пошатывая (но не вращая вокруг оси), снимают пластиковый чехол. Собственно антенна чем-то вроде силикона приклеена внутри к чехлу в верхней его части, поэтому если снять его не получается, надо посильнее покачать чехол в верхней части.

Становится ясно, почему греется нижняя часть антенны при работе на передачу на 144 МГц. Ведь это, по сути, катушка согласующего устройства (СУ), согласующая низкое (несколько ом) сопротивление излучения короткого GP. И сделать катушку такого СУ из оцинкованной стальной проволоки — плохая идея. Добротность получится низкой (проводимость цинка почти вчетверо хуже, чем меди), и катушка будет греться. Что и наблюдается на практике: при работе на передачу в диапазоне 144 МГц нижняя часть антенны через несколько минут нагревается до 45...55 °С. И это именно нагрев антенны из-за тепловых потерь в ней, а не теплопередача от шасси трансивера. Чтобы убедиться в этом, достаточно выкрутить антенну — она существенно горячее, чем шасси.

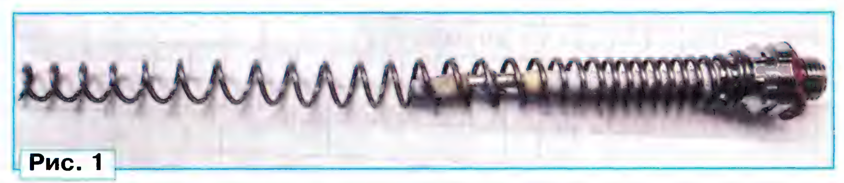


Рис. 1

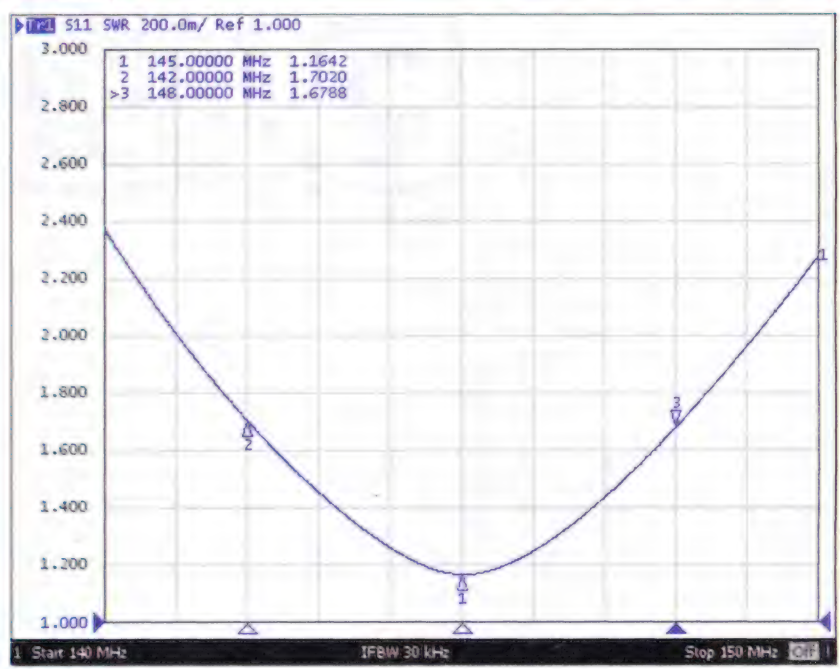


Рис. 2

Когда чехол снят, у вас останется стальная пружина с желтоватым покрытием, накрученная на корпус разъёма, с маленьким конденсатором внутри. По электрической схеме это укороченный сворачиванием в катушку $\lambda/4$ GP на 144 МГц (согласование — отвод от этой катушки) и удлинённый примерно до $0{,}35\lambda$ GP на 432 МГц, согласованный последовательно включённым конденсатором.

Другое слабое место штатной антенны — конденсатор. Во-первых, он очень маленький керамический, что вносит потери и ограничивает допустимую мощность. Во-вторых, его тонкие проволочные выводы припаяны с одной стороны к разъёму, с другой — к спирали антенны. А это может привести к механическому разрушению этого конденсатора после

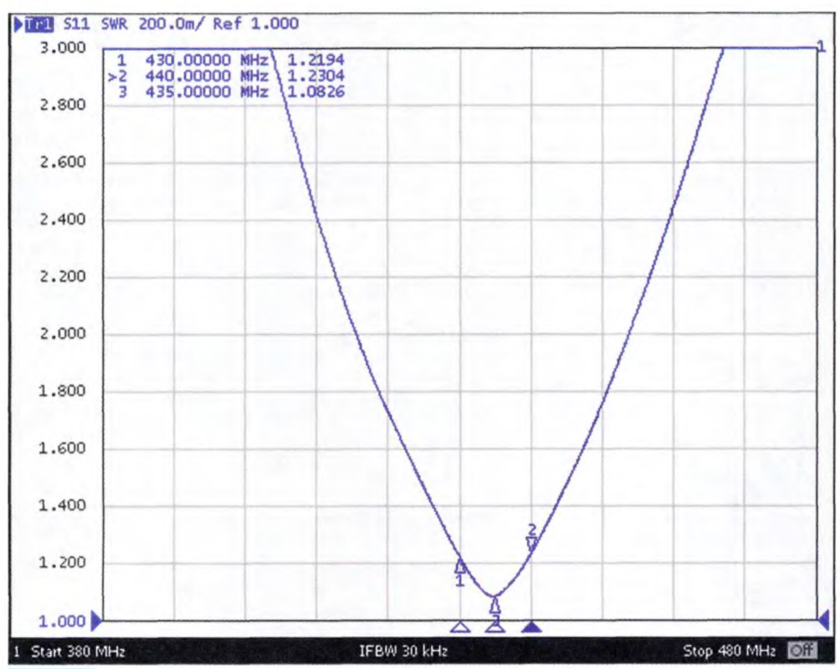


Рис. 3

нескольких вкручиваний-выкручиваний антенны. Ведь низ стальной пружины антенны не припаян, а просто "навинчен" на корпус разъёма, т. е. может немного проворачиваться относительно вертикальной оси вместе с припаянным к нему выводом конденсатора. Именно это и происходит, если при вкручивании-выкручивании держать антенну не за нижнюю часть, а за середину. А другой вывод конденсатора впаян в разъём, а жёсткости конструкции конденсатора и его выводов не хватает, чтобы трубочка разъёма поворачивалась бы вслед за пружиной антенны. Выводы конденсатора скручиваются, он повреждается механически. Описания случаев поломки этого конденсатора нередки.

Этот конденсатор надо заменить более надёжным — электрически и механически. Проще всего сделать конструктивный конденсатор из коаксиального кабеля. Для этого потребуется отрезок длиной 42...45 мм полужёсткого кабеля с фторопластовой изоляцией (например, HF086). Сняв трубку оплётки примерно на 2...4 мм, оголяют центральную жилу и впаивают её в разъём. Надевают на кабель и хвостовик разъёма термоусаживаемую трубку длиной 35 мм. Нагревают её так, чтобы последний 1 см оплётки остался бы незакрытым трубкой. Отступив примерно на 30 мм от разъёма, к оплетке припаивают кусок голого лужёного провода диаметром 0,5...0,8 мм длиной 10...12 мм, обернув его кольцом вокруг оплётки. Примерно 5 мм этого вывода оставляют свободно выступающим перпендикулярно поверхности коаксиального кабеля.

Выше припаянного кольца на кабель надевают ещё кусочек термоусаживаемой трубки длиной 10 мм и обжигают её. Получился конденсатор ёмкостью 4 пФ с фторопластовой изоляцией (низкие потери) и механически прочный. Даже если потом пружина антенны будет проворачиваться относительно разъёма, припаянная к нему центральная жила из сплошного и относительно толстого провода просто провернётся во фторопластовой изоляции кабеля без негативных последствий.

Теперь займёмся потерями в катушке. Обезжирив спираль антенны и сняв с её верха остатки силикона, посеребрим стальную пружину. Старинный способ погружением в отработанный фиксаж сейчас вряд ли получится: уж нет и фотоплёнок и фиксажа для них. А вот соли серебра для серебрения в водном растворе найти можно.

Для этого достаточно одной пробирки раствора: вначале серебрят нижнюю часть антенны, потом переворачивают и опускают в раствор верхнюю. После серебрения натирают спираль фланелевой тряпочкой до блеска. При этом надо беречь руки: чёрные хлопья излишнего серебра, снимаемые тряпочкой, потом плохо отмываются от кожи. "Для красоты" можно ещё и покрыть спираль тонким слоем бесцветного нитролака.

Наверное, вместо серебрения можно просто облудить спираль хорошим припоем, но автор это не пробовал.

Теперь надевают спираль на разъём и плотно накручивают её. Затем пинцетом извлекают наружу торчащий свободный вывод провода и припаивают его (при настройке точку подключения возможно придётся изменить) к 16-му витку спирали, считая снизу (**рис. 1**).

Для настройки потребуется поджимать и растягивать спираль (наверняка), менять точку подключения нашего конденсатора из отрезка кабеля к спирали (максимум плюс-минус 1 виток, но этого может и не потребоваться), ёмкость этого конденсатора, т. е. длину кабеля (скорее всего, до этого дело не дойдёт).

Настраивать по минимуму КСВ следует примерно на 1 МГц выше желаемой частоты на диапазоне 144 МГц и на 3...5 МГц выше в диапазоне 432 МГц. Потом, когда наденете чехол, из-за влияния пластика частоты соответственно понизятся. На **рис. 2** и **рис. 3** приведены зависимости КСВ от частоты для модифицированной антенны.

После доработки антенна на 144 МГц существенно меньше греется, а репитеры стали открываться и из тех проблемных мест (например, внутри железобетонного дома), из которых с исходной антенной они не открывались.

НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНАХ

Радиоэкспедиция RT9K/0

На вторую половину августа 2015 г. запланирована радиоэкспедиция на группу островов залива Шелихова — IOTA AS-203 (NEW ONE!). Экспедиция проводится под флагом клуба "Русский Робинзон" и при поддержке Русского Географического Общества. Цель экспедиции — первая активация в эфире острова Добржанского в Пенжинской губе на северо-западе Камчатского края (RR-13-18 по программе RRA). Состав команды: Игорь Знаменский (UA9KDF) — руководитель, Валерий Макаров (UA0ZC), Виктор Кузякин (RW0BG), Андрей Моисеев (UA0BA), Владимир Васильев (RA9LR), Владимир Новицкий (RA0ZJ), Сергей Макаров (UA0ZFW) и Артемий Русин (UA9KAM). Участники вылетят в Петропавловск-Камчатский 19 августа. Планируется на судне пройти вдоль западного побережья Камчатки около 1500 км в северную часть полуострова. Высадка на острова ожидается ориентировочно через неделю после старта — в зависимости от метеоусловий и расписания движения судна. Пребывание на островах может продлиться до начала сентября.

Активность в эфире планируется вести с трёх рабочих мест — CW, SSB и DIGI (PSK, APRS, Pactor) на диапазонах 10—40 метров позывным RT9K/0. Бóльшая часть радиооборудования уже подготовлена к отправке на Камчатку — по два комплекта трансиверов TS-590S, интерфейсов DI-03, наборов диапазонных фильтров, усилителей EXPERT 1.3K-FA, а также антенн SteppIR BigIRDX и Cushcraft A4S. Рабочее место для цифровых видов связи — IC-7100, DigiMaster Pro3, SCS P4 Dragon DR-7800, SCS Tracker, Macbook Pro и др. QSLvia RX9KM. Пилоты экспедиции — DL8RCB и RA3CQ.

"Восточно-прусская операция"

До конца апреля из Калининградской области в честь 70-летия Восточно-Прусской операции будут работать мемориальные станции UE2AT — Адмирал Трибуц (R1BAL), UE2BF — Белорусский фронт (RA2FDX), UE2GC — Генерал Черняховский (RA2FU), UE2IT — Иван Терентьев (UA2FR), UE2MW — Маршал Василевский (UC2K), UE2SK — Штурм Кенигсберга (UF2F). За QSO с ними выдаётся диплом "Восточно-Прусская операция".

Экспедиция на Огасовару

С 20-го по 11 мая ожидается работа с острова Огасовара группы японских радиолюбителей позывным JD1YBT. Планируется выход в эфир на всех диапазонах всеми видами работы. Карточку — через JARL QSL buro или DIRECT — через JP1IOF.

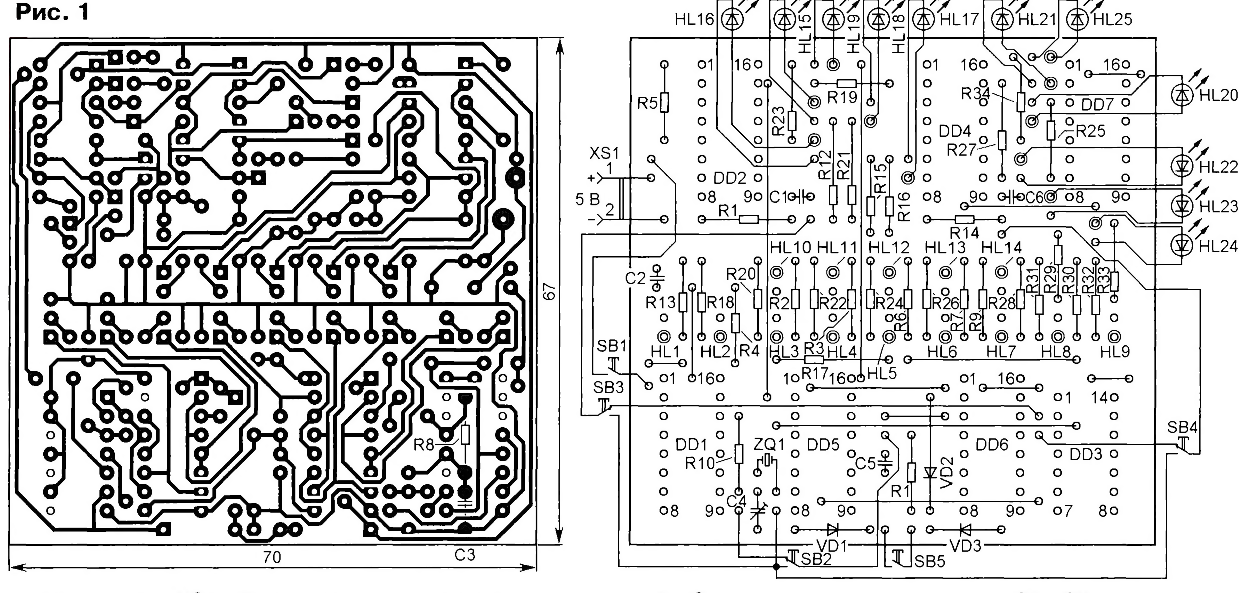
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

БОЙКО В. Часы с индикацией на светодиодах. — Радио, 2014, № 5, с. 53, 54.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта печатной платы показан на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме светодиодов HL15—HL25, кнопок SB1—SB5 и розетки питания XS1. Резисторы — МЛТ, С2-33, постоянные конденсаторы C1—C3, C5 — керамические К10-17 или КМ, C4 — подстроечный КТ4-24. Кварцевый резонатор ZQ1 — в миниатюрном цилиндрическом корпусе MMTF32 (диаметр — 2, длина — 6 мм). Кнопочные выключатели и переключатели — миниатюрные PB22E06 без фиксации в нажатом положении. Их монтируют на отдельной плате, которую устанавливают в удобном для пользования месте корпуса часов. Остальные детали — указанных в статье типов. Входы неиспользуемых элементов микросхемы DD3 соединены с шиной питания +5 В. Перемычки, соединяющие печатные проводники на противоположной стороне платы, изготавливают из тонкого монтажного провода в термостойкой изоляции (например, МГТФ) и впаивают до установки деталей. Светодиоды, индицирующие единицы и десятки минут (соответственно HL1—HL9 и HL10—HL14), монтируют на плате, а часовые (HL15—HL25) — непосредственно на циферблате, закрепляют клеем "Момент" и соединяют с платой отрезками тонкого монтажного провода. Двумя концентрическими окружностями на стороне деталей обозначены отверстия под выводы анодов светодиодов.

Рис. 1



БАБЫН С. Переговорное устройство. — Радио, 2014, № 1, с. 44.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта печатной платы показан на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме трансформаторов, резистора R1, индикатора HL1, плавкой вставки FU1, реле K1, K2 с герконами K1.1, K2.1, конденсаторов C4—C7, симистора VS1 и розеток XS1, XS2. Резисторы R2—R4 — МЛТ, С2-33, конденсаторы C1—C3 — оксидные импортные, диоды VD1—VD4 — 1N1004, остальные детали — указанных в статье типов. Стабилитрон VD5 и транзистор VT1 снабжены П-образными теплоотводами, согнутыми из листового алюминиевого сплава толщиной 2 мм и закреплёнными на плате винтами с гайками М2,5 (для этого предусмотрены лапки размерами 5×10 мм). Штрихпунктирными линиями изображены контуры конденсаторов C1—C3, теплоотводов, оптрона U1, стабилитрона VD6 и резистора R3.

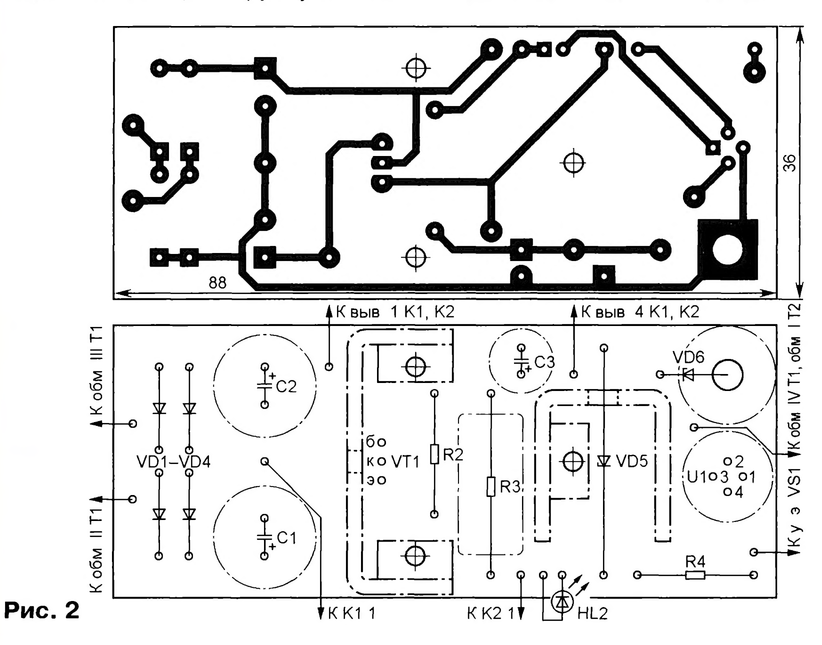


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

СЕРГЕЕВ А. Пороговый индикатор зарядного тока аккумуляторной батареи. — Радио, 2014, № 12, с. 38, 39.

На схеме устройства (см. рис. 2 в статье) общий провод (корпус автомобиля), соединённый с выводом 2 микросхемы DA1, отрицательными обкладками конденсаторов C1—C3, выключателем SA1 и лампой HL1, необходимо отсоединить от левого (по схеме) вывода резистора R3 и подключить к его правому выводу.

МАЛЫШЕВ А. Светодиодная люстра "Радуга". — Радио, 2014, № 10, с. 42—46; № 11, с. 42—46.

На схеме устройства (см. рис. 2 в статье) микросхема DA1 — NCP1203D60.

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00

ВЫСТАВКА «Российский Hi-End 2014»

Авторы журнала на выставке (справа налево): А. Сухов, Д. Горшенин, С. Бать.

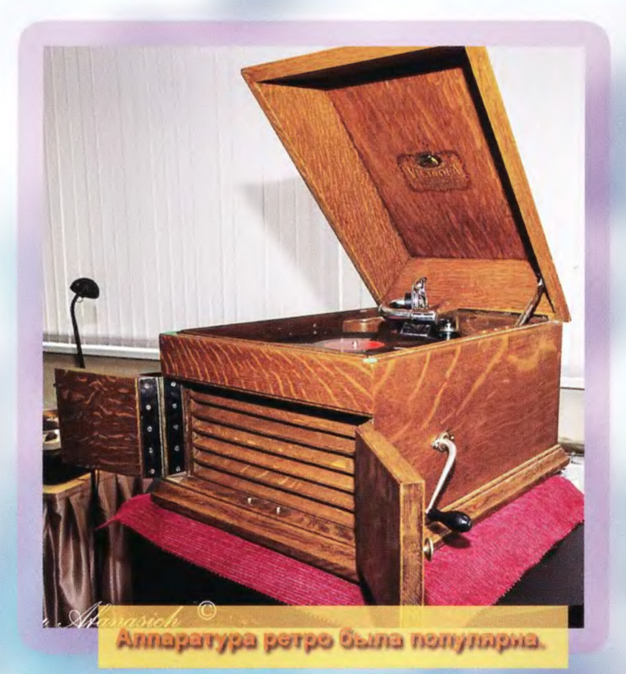

Акустические системы от компании Tulip Acoustics.



В зале прослушивания.



Экспонат как история записи звука.



Аппаратура ретро была популярна.



Разработчик известного усилителя "Прибой" и участник многих выставок В. Стародубцев (стоит).

(См. статью на с. 12)